



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING TESTING

PRŮZKUM A HODNOCENÍ ZDĚNÉ BUDOVY ZÁMEČKU

SURVEY AND ASSESSMENT OF MASONRY BUILDING CASTLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martin Kopecký

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR CIKRLE, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|-------------------------|---|
| STUDIJNÍ PROGRAM | N3607 Stavební inženýrství |
| TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU | Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia |
| STUDIJNÍ OBOR | 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby |
| PRACOVISŤE | Ústav stavebního zkušebnictví |

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

| | |
|-------------------------|--|
| DIPLOMANT | Bc. Martin Kopecký |
| NÁZEV | Průzkum a hodnocení zděné budovy záměčku |
| VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE | Ing. Petr Cikrle, Ph.D. |
| DATUM ZADÁNÍ | 31. 3. 2016 |
| DATUM ODEVZDÁNÍ | 13. 1. 2017 |

V Brně dne 31. 3. 2016


prof. Ing. Leonard Hobst, CSc.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Cíkrle, P. a kol. Diagnostické metody ve stavebnictví. Studijní opora, VUT v Brně FAST, 2011
Holický, M. a kol. Příručka pro hodnocení existujících konstrukcí. 1. vydání Praha: ČVUT, 2007.
Bažant, Z., Klusáček, L. Statika při rekonstrukcích objektů. Skriptum VUT v Brně FAST, CERM Brno, 2002
Pume, D., Čermák, F. a kol.: Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí, Praha, Arch 1998.
ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, ČSN 730038 a další platné normy.

Podklady o objektu získané od vlastníka objektu a v archivech.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Cílem práce je zpracování návrhu stavebně technického (statického) průzkumu, provedení a vyhodnocení výsledků zkoušek a zhodnocení stavu stávající budovy barokního zámku v Loučce u Valašského Meziříčí.

Rešerše literatury - obecný systém hodnocení existujících konstrukcí podle ČSN ISO 13822 a ČSN 730038, se zaměřením na posuzování zděných konstrukcí památek.

Metody průzkumu cihelného zdiva a kleneb.

Metodika pasportizace poruch objektu.

Praktická část:

Prvotní prohlídka objektu.

Předběžné hodnocení stavu, sestavení plánu stavebně statického průzkumu.

Provedení a dokumentace zkoušek svislých zděných konstrukcí in situ.

Pasportizace poruch objektu.

Laboratorní zkoušky materiálů odebraných z konstrukce. Statický výpočet vybraného kritického prvku konstrukce. Přehledné zpracování výsledků průzkumu.

Ideový návrh statického zajištění objektu, pokud vyplývá z výsledků hodnocení.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Petr Cíkrle, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá diagnostikou zděných konstrukcí. V teoretické části je popsán systém hodnocení existujících konstrukcí, poté je uvedeno hodnocení existujících zděných konstrukcí. V další kapitole jsou uvedeny metody průzkumu zděných konstrukcí, včetně jejich vyhodnocení.

Praktická část se zabývá průzkumem objektu zámečku. Součástí průzkumu je stručná historie objektu, předběžná prohlídka objektu a průzkum nosných konstrukcí.

Výsledkem průzkumu je určení materiálových charakteristik zdiva.

KLÍČOVÁ SLOVA

Hodnocení existujících konstrukcí, stavebně technický průzkum, diagnostika zděných konstrukcí, zdivo, cihla, malta, pevnost v tlaku zdiva

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the diagnostics of masonry structures. In the theoretical part of this thesis it is described the system of assessment of existing structures and then the assessment of existing masonry structures. The next chapter states the methods of survey of masonry structures, including evaluation.

The practical part of the thesis deals with the survey of the building of a small castle.

This survey includes a brief history of the castle building, the preliminary inspection of the building and the research of the supporting structure. The result of the survey is to determine the material characteristics of masonry.

KEYWORDS

Assessment of existing structures, construction and technological survey, diagnostics of masonry structure, masonry, brick, mortar, compressive strength of masonry

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

KOPECKÝ, Martin. *Průzkum a hodnocení zděné budovy záměčku*. Brno, 2017. 107 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavebního zkušebnictví. Vedoucí práce Ing. Petr Cikrle, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Martin Kopecký
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Zde bych rád poděkoval svému vedoucímu Ing. Petru Cikrlovi, Ph.D. za jeho rady, nápady a čas, který mi věnoval při zpracovávání této práce.

OBSAH

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Úvod | 10 |
| 2 | Cíle práce | 12 |
| 3 | Systém hodnocení existujících konstrukcí..... | 13 |
| 3.1 | Předpisy pro hodnocení | 13 |
| 3.2 | Postup hodnocení | 14 |
| 3.2.1 | Stanovení účelu hodnocení; vstupní údaje..... | 16 |
| 3.2.2 | Předběžné hodnocení | 16 |
| 3.2.3 | Podrobné hodnocení | 18 |
| 3.2.4 | Výsledky hodnocení | 19 |
| 3.2.5 | Monitorování | 19 |
| 4 | Hodnocení existujících zděných konstrukcí | 20 |
| 4.1 | Předběžná prohlídka zděných konstrukcí..... | 20 |
| 4.2 | Podrobný průzkum zděných konstrukcí..... | 21 |
| 4.3 | Výsledky hodnocení existujících zděných konstrukcí | 22 |
| 4.4 | Monitorování zděných konstrukcí..... | 24 |
| 5 | Metody průzkumu zděných konstrukcí..... | 25 |
| 5.1 | Stanovení pevnosti v tlaku zdicích prvků | 25 |
| 5.1.1 | Pevnost v tlaku na vzorcích odebraných z konstrukce | 26 |
| 5.1.2 | Pevnost v tlaku na tělesech vyrobených z jádrových vývrtů | 26 |
| 5.1.3 | Pevnost v tlaku zjištěná nedestruktivně | 27 |
| 5.2 | Pevnost v tlaku malty | 30 |
| 5.2.1 | Pevnost v tlaku malty zjištěná tvrdoměrnými metodami..... | 30 |
| 5.2.2 | Pevnost v tlaku malty zjištěná pomocí upravených vrtaček | 31 |
| 5.3 | Závěrečné poznámky, výsledky | 34 |
| 6 | Průzkum objektu zámečku v Loučce u Valašského Meziříčí | 35 |
| 6.1 | Základní identifikace objektu..... | 35 |
| 6.1.1 | Účel průzkumu, současný stav..... | 35 |
| 6.1.2 | Lokalizace | 35 |
| 6.1.3 | Geologické poměry v místě stavby..... | 36 |
| 6.2 | Historie objektu..... | 37 |
| 6.3 | Předběžná prohlídka objektu..... | 40 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.3.1 | Obscný popis objektu | 40 |
| 6.3.2 | Západní průčelí objektu | 43 |
| 6.3.3 | Východní průčelí objektu..... | 47 |
| 6.3.4 | Jižní průčelí..... | 53 |
| 6.3.5 | Severní průčelí | 55 |
| 6.3.6 | Základové konstrukce | 56 |
| 6.3.7 | Svislé konstrukce, půdorys 1. NP | 56 |
| 6.3.8 | Stropní konstrukce | 59 |
| 6.3.9 | Schodiště..... | 64 |
| 6.3.10 | Podkroví a střecha..... | 64 |
| 6.3.11 | Pasport poruch objektu | 68 |
| 6.4 | Průzkum nosných konstrukcí | 73 |
| 6.4.1 | Umístění a dokumentace sond | 73 |
| 6.4.2 | Skladba zdiva zjištěná jádrovými vývrty..... | 78 |
| 6.4.3 | Orientační sonda k základům..... | 83 |
| 6.5 | Vyhodnocení výsledků průzkumu nosných konstrukcí | 84 |
| 6.5.1 | Tvrdoměrné zkoušky pevnosti v tlaku na zdících prvcích | 84 |
| 6.5.2 | Pevnost v tlaku zjištěná zkouškami na částech zdících prvků..... | 90 |
| 6.5.3 | Pevnost zdící malty zjištěná Kučerovou vrtačkou..... | 92 |
| 6.5.4 | Pevnost malty zjištěná zkouškou na tělesech | 93 |
| 6.5.5 | Charakteristická a návrhová pevnost zdiva v tlaku | 94 |
| 6.6 | Statický výpočet..... | 95 |
| 6.6.1 | Tříkloubový oblouk | 96 |
| 6.6.2 | Vetknutý oblouk s kloubem ve vrcholu klenby | 99 |
| 6.7 | Závěrečné zhodnocení objektu a návrh opatření..... | 102 |
| 7 | Závěr | 103 |
| 8 | Seznam použité literatury | 104 |

1 Úvod

Podklady pro tuto kapitolu jsou [14], [38]

Stavebně technické průzkumy jsou součástí procesu, souhrnně označeného jako přestavba, popř. oprava, nebo modernizace stávajícího objektu. Dále jsou stavebně technické průzkumy součástí výstavby nových objektů, jestliže by tyto objekty mohly způsobit změny (poruchy, omezení funkce apod.) stávajících objektů v zájmové oblasti.

Stavebně technické průzkumy se dělí na průzkumy zatížení (vlivů) a na průzkumy charakteristik (vlastností) materiálů objektu, nebo jeho částí.

Účelem stavebně technických průzkumů je poskytnout soubor vyčerpávajících informací o stávajícím stavebním objektu a jeho vazbách na okolí podle požadavku projektanta, nebo jiného objednatele. Tyto informace se požadují v souvislosti s určitým záměrem, který se týká objektu či jeho okolí. Záměry mohou být velice různorodé a stavebně technický průzkum má být rozsahem i náklady přiměřen jejich významu.

Součástí průzkumu mohou být i základní ekonomické údaje.

Rozsah průzkumu je vždy omezen, a to cenou průzkumových prací, kapacitními možnostmi zpracovatele průzkumu, uvolněním, případně vyklizením prostoru pro průzkum, možnostmi provedení sond pro zjištění stavu zakrytých částí, existencí a možnostmi zkušebních metod apod. Průzkum se proto vždy provádí pouze v minimálním, nezbytně nutném rozsahu. [14]

Zcela specifickou oblastí průzkumů stavebních konstrukcí jsou průzkumy objektů památkově chráněných. U takových objektů jde především o zachování autentičnosti stavebních prvků, a to v co nejméně změněné podobě. Vzhledem k tomu musí stavebně technické průzkumy nejen velice důkladně zhodnotit stav objektů jako takový, ale i metody průzkumu památkově chráněných objektů musí být navrženy s maximální šetrností ke konstrukci. Své opodstatnění tu mají metody nedestruktivní, případně semidestruktivní. Součástí průzkumu a hodnocení památkově chráněných objektů je v neposlední řadě i průzkum stavebně historický. Z ekonomického hlediska je zřejmé, že rekonstrukce a opravy památkově chráněných objektů jsou kvůli požadavkům na zachování autentičnosti prvků také finančně náročnější.

Systém památkové ochrany u nás je poměrně rozsáhlý, dá se říci, že daleko širší než v okolních státech a památková ochrana má tendenci zpamátňovat velké množství objektů.

Určité problémy ale přináší skutečnost, že břemeno oprav a údržby nesou majitelé těchto objektů. To může zapříčinit například zanedbání údržby až do té míry, že je u některých staveb diskutabilní otázka, je-li účelné a ekonomicky vhodné je zachraňovat. V některých případech může být finančně výhodnější postavit například repliku, než investovat do obnov a rekonstrukcí. Do budoucna bude vhodné popřemýšlet o památkově chráněných objektech, které má cenu zachovat, což bude zřejmě spjato i s přispíváním státu na jejich údržbu a opravy, ale bude také třeba posílit právo vlastníků objektů, jež je nyní poměrně slabé.

2 Cíle práce

Cílem diplomové práce je zpracování návrhu stavebně technického (statického) průzkumu, provedení a vyhodnocení výsledků zkoušek a zhodnocení stavu stávající budovy. Práce je rozdělena na teoretickou část (rešerše literatury) a praktickou část.

Cíle teoretické části:

- zpracovat zásady obecného systému hodnocení existujících konstrukcí,
- popsat metody průzkumu konstrukcí dle použitých materiálů.

Cíle praktické části:

- prvotní prohlídka objektu s předběžným hodnocením stavu,
- provedení a dokumentace zkoušek stavebních konstrukcí in situ,
- laboratorní zkoušky materiálů odebraných z konstrukcí,
- statický výpočet vybrané kritické části stropní konstrukce,
- přehledné zpracování výsledků průzkumu včetně potřebné dokumentace s využitím archivních materiálů a výsledků předchozích průzkumů,
- ideový návrh statického zajištění objektu, pokud vyplýne z výsledků hodnocení.

3 Systém hodnocení existujících konstrukcí

Kapitola 3 se věnuje systému a postupu hodnocení existujících konstrukcí, a to na obecné úrovni, pro jakoukoli existující konstrukci.

3.1 Předpisy pro hodnocení

Do soustavy předpisů ČSN jsou zavedené evropské normy EN Eurokódy, které přinášejí nové návrhové postupy a upravenou metodiku dílčích součinitelů. EN Eurokódy jsou však určeny především pro navrhování nových konstrukcí a přímo neuvádějí pokyny pro hodnocení existujících konstrukcí a navrhování jejich obnov (opravy, modernizace). Pro hodnocení existujících konstrukcí je třeba mít k dispozici normativní dokument, který vychází ze stejných zásad jako Eurokódy a ISO normy a zahrne národní pokyny na základě českých stavebních tradic. Takovým dokumentem byla do nedávna norma z roku 2005 ČSN ISO 13822 Hodnocení existujících konstrukcí [27], která nahradila normu z roku 1986 ČSN 73 0038 [26]. Obsah normy ČSN 73 0038 [26] byl zapracován do šesti národních příloh ČSN ISO 13822 [27]. [12]

Původní anglicky psaný dokument ISO 13822 Assessment of existing structures (Hodnocení existujících konstrukcí) poskytuje obecné požadavky a postupy pro hodnocení existujících konstrukcí, které vycházejí ze zásad teorie spolehlivosti konstrukcí a přihlížejí k následkům jejich možných poruch. Tento původní předpis lze použít pro hodnocení libovolného druhu existující konstrukce navržené a provedené podle teoretických zásad a předchozích návrhových pravidel, nebo na základě dlouhodobých zkušeností a profesionálních postupů. [12]

V prosinci roku 2014 byly schváleny normy ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení [28] a ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí [29]. Tyto normy nahradily předchozí dokument z roku 2005 [27]. Obě normy jsou účinné od 1. ledna 2015. [dle 18]

První zmíněná norma uvádí doplňující pokyny pro hodnocení a ověřování spolehlivosti existujících konstrukcí v ČR a také podrobněji vysvětluje vybrané články ČSN ISO 13822 [29]. Používá se společně s ČSN ISO 13822 [29]. Uvádějí se zde vybrané charakteristiky materiálů a spojovacích prostředků, které se tradičně uplatňovaly v existujících

konstrukcích v ČR. Jsou zde také uvedeny doplňující pokyny pro hodnocení a ověřování spolehlivosti konstrukcí objektů kulturních památek. [19]

Ve druhé zmiňované normě schválené v roce 2014 lze najít obecné požadavky a postupy hodnocení existujících konstrukcí (budov, mostů, průmyslových staveb, atd.), které vycházejí ze zásad spolehlivosti konstrukcí a z následků jejich porušení. Proti předchozímu vydání je celý text technicky revidován a přidána nová příloha I pro hodnocení konstrukcí objektů kulturních památek. Norma neobsahuje národní přílohu. Pokyny pro používání této normy jsou uvedeny v ČSN 73 0038 [28]. [20]

3.2 Postup hodnocení

Obecnou metodiku hodnocení konstrukcí uvádí norma ČSN ISO 13822 schválená v roce 2014 [29]. Pokyny pro celkový postup hodnocení vycházejí z vývojového diagramu v příloze B této normy [29] (obr. 1). [12]

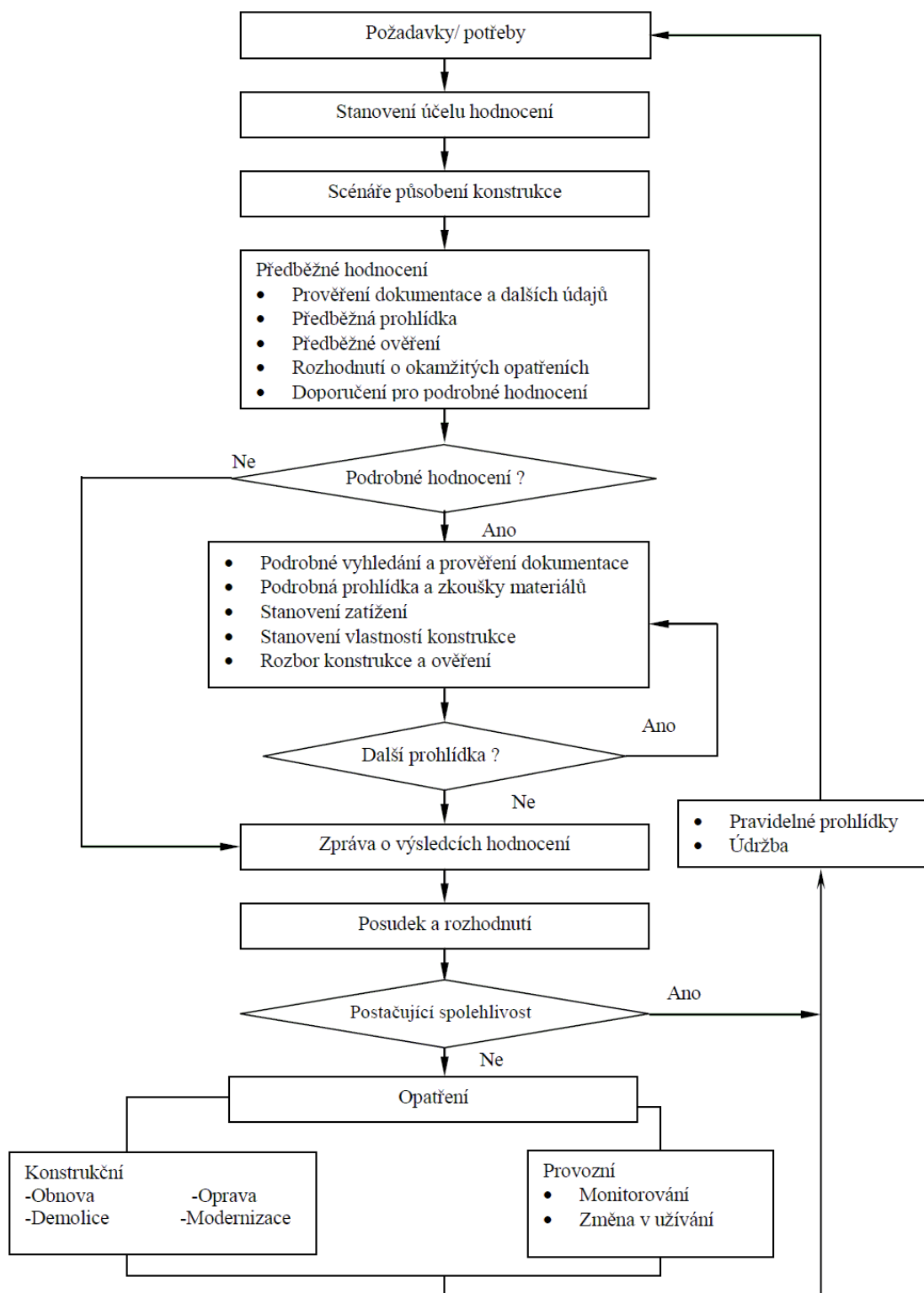
Norma ČSN ISO 13822 [29] uvádí okolnosti, které mohou vést k zahájení hodnocení existující konstrukce:

- očekávaná změna v používání nebo prodloužení návrhové životnosti,
- ověření spolehlivosti (např. s ohledem na zemětřesení, zvýšená zatížení dopravou) požadované úřady, pojišťovnami, vlastníky atd.,
- degradace konstrukce vlivem časově závislých zatížení nebo vlivů (např. koroze, únavy materiálů),
- poškození konstrukce od mimořádných zatížení (viz ISO 2394 [30]). [29], [12]

Hlavními nástroji systému hodnocení existujících konstrukcí jsou zejména:

- předběžná prohlídka,
- podrobný průzkum,
- monitorování,

tyto pojmy budou vysvětleny později.



Obr. 1 Vývojový diagram obecného postupu hodnocení existujících konstrukcí. [29]

3.2.1 Stanovení účelu hodnocení; vstupní údaje

Před zahájením vlastního hodnocení existujících konstrukcí se musí získat od objednatele vstupní informace. Z těchto vstupních informací se stanoví **účel hodnocení** existující konstrukce. [13] V normě se zdůrazňuje, že pro hodnocení konstrukce je nejprve nezbytné stanovit **účel hodnocení** z hlediska požadavků na její budoucí funkční způsobilost. [12]

Na základě architektonického a konstrukčního návrhu se určí rozsah změny konstrukčních podmínek nebo rozsah změny zatížení. Zhodnotí se možné scénáře působení existujících konstrukcí se zahrnutím vlivu očekávaných změn zatížení, změn ve statických modelech existujících konstrukcí a změn v tuhosti celého existujícího objektu. [13]

Stanovení **účelu hodnocení** je zcela zásadním krokem, od kterého se pak dále odvíjí veškeré následující činnosti hodnocení, včetně toho, na kterou činnost bude kladen největší důraz.

3.2.2 Předběžné hodnocení

Prohlídka dokumentace

Projektová dokumentace a zprávy z prohlídek obsahují důležité informace, které jsou nezbytné pro zevrubné hodnocení existující konstrukce. [29] V dokumentaci je dobré vyhledat veškeré údaje o navržených pevnostech použitých materiálů, rozměrech konstrukcí a jejich návaznosti, o skladbách jednotlivých konstrukcí a navržených zatíženích konstrukcí. [13]

Předběžná prohlídka

Účelem předběžné prohlídky je identifikace konstrukčního systému a možného poškození konstrukce pomocí vizuální prohlídky a jednoduchých nástrojů. [29] Při prohlídce se shromažďují informace o skutečném stavu existujících konstrukcí, zejména:

- skutečné rozměry jednotlivých existujících konstrukcí, skutečné rozměry navazujících skladeb pro určení skutečné hodnoty charakteristického zatížení,
- technické řešení detailů existujících konstrukcí,
- skutečné zatěžující obrazce existujících konstrukčních prvků,
- statické modely jednotlivých existujících konstrukcí,
- dodržení konstrukčních zásad platných pro existující konstrukce,

- shoda původní projektové dokumentace se skutečným stavem existujících konstrukcí,
- použité materiály pro jednotlivé existující konstrukce,
- povrchové vlastnosti existujících konstrukcí určené vizuálně a s pomocí povrchových zkoušek. [13]

Při prohlídce se zaznamenávají údaje o poruchách existujících konstrukcí, a to především:

- viditelné deformace existujících konstrukcí,
- ztráta stability existujících konstrukcí,
- trhliny na existujících konstrukcích,
- koroze existujících konstrukcí,
- napadení existujících konstrukcí biologickými škůdci,
- změna povrchové struktury nebo barvy povrchu existující konstrukce. [13]

V průběhu předběžné prohlídky se pořizuje fotodokumentace stavu existujících konstrukcí.

Výsledkem předběžné prohlídky je popis skutečného stavu existujících konstrukcí včetně jejich rozměrů, povrchových vlastností materiálu, statických modelů a zatřídění podle jejich stavu a míry jejich poškození. [13]

Předběžné ověření konstrukce

Předběžné ověření je hodnocení spolehlivosti a bezpečnosti existujících konstrukcí vzhledem ke zdokumentovaným údajům. [13] Na základě získaných výsledků se posoudí, zda je další průzkum nutný, či nikoliv. [29]

Rozhodnutí o okamžitých opatřeních

Pokud z předběžné prohlídky či ověření vyplývá, že konstrukce je v nebezpečném stavu, je nutné ihned rozhodnout o okamžitých opatřeních tak, aby bylo sníženo nebezpečí ohrožení veřejnosti. Toto rozhodnutí je nutné bezodkladně oznámit objednateli, který je povinen opatření provést okamžitě bez zbytečných časových prodlev. [13]

Doporučení dalšího postupu

Pomocí předběžného ověření se vyhodnotí, zdali je či není nutné provést podrobné hodnocení. [13]

3.2.3 Podrobné hodnocení

Podrobný průzkum

Podrobná prohlídka je provedena pomocí zkušebních metod destruktivních i nedestruktivních. Mohou být prováděny zatěžovací zkoušky existujících konstrukcí, ale i například časově závislé průzkumy stavebních vad, či měření přetvoření. Rozsah a schéma podrobného vyšetření existující konstrukce závisí na konkrétní konstrukci a požadavcích na výsledky podrobného průzkumu. [13]

Pokud je nutné vlastnosti materiálů určit na základě zkoušek, uvádí ČSN ISO 13822 [29] obecné pokyny v odstavci 4.6.2 Podrobná prohlídka a zkoušky materiálů. Charakteristické hodnoty materiálových vlastností lze zjistit z projektové dokumentace, pokud je dokumentace k dispozici a nejsou důvody k pochybnostem. V případě pochybností se konstrukční detaily, rozměry prvků a vlastnosti materiálů uvažované v analýze musí stanovit z podrobné prohlídky stavby a ze zkoušek materiálů. Tato prohlídka se plánuje na základě již dostupných informací. [H] [29]

Při podrobné prohlídce se zaznamenává postup této prohlídky s údaji časovými a datovými. Součástí podrobné prohlídky je dokumentace veškerých odebraných vzorků materiálů a zaznamenávání výsledků všech prováděných zkoušek a měření. [13]

Rozsah zkoušek závisí na druhu materiálu, druhu zatížení, uspořádání konstrukce, způsobu jejího provedení, na technických možnostech odběru vzorku. U kulturních památek a dalších památkově chráněných staveb památkově chráněných objektů je požadováno provést odběr vzorků se souhlasem orgánů státní památkové péče. [12]

Výsledky zkoušek je vhodné porovnat s předpokládanými hodnotami dle dostupné dokumentace a s výsledky z předběžných prohlídek. V případě, že dojde k velkým odchylkám, je třeba je přezkoumat, případně provést doplňující zkoušky. [13]

Podrobné ověření konstrukce

Podrobné ověření je hodnocení spolehlivosti existujících konstrukcí vzhledem ke zdokumentovaným údajům upřesněných pomocí podrobné prohlídky existujících konstrukcí. [13]

Ověřování musí vycházet z koncepce mezních stavů. Lze ho provádět metodou dílčích součinitelů nebo metodami teorie spolehlivosti. [13]

3.2.4 Výsledky hodnocení

Výsledky hodnocení existující konstrukce mají být jasně popsány ve zprávě o výsledcích hodnocení existující konstrukce. Podrobný obsah zprávy je uveden v normě ČSN ISO 13822 [29]. [13]

V závěru má být jasně popsáno, které prvky jsou vyhovující a které nevyhovující a také musí být vyhodnocena bezpečnost a provozuschopnost stavby. Součástí zprávy o výsledcích hodnocení existující konstrukce je návrh opatření konstrukčních nebo provozních. [13]

Konstrukční opatření je možné navrhovat ve variantě obnova, oprava, modernizace a demolice. Projektová dokumentace navržených konstrukčních opatření není součástí této zprávy a je předmětem dalšího stupně dokumentace. [13]

Provozní opatření je možné navrhovat jako další monitorování existující konstrukce nebo jako požadavky na změnu provozních popřípadě klimatických zatížení, tj. například změna užívání objektu. [13]

Zpráva o výsledcích hodnocení existující konstrukce slouží jako podklad pro rozhodnutí objednatele o dalších činnostech souvisejících s hodnocenou existující konstrukcí. [13]

3.2.5 Monitorování

Monitorování je časté nebo souvislé, obvykle dlouhodobé pozorování, či měření stavu konstrukce nebo zatížení. [13] Své opodstatnění má monitorování v případech, kdy mohou mít činnosti probíhající v okolí stavebního objektu na objekt určitý vliv (například při ražbě tunelů, při rozměrných výkopech situovaných v blízkosti různých staveb, apod.) Monitorování může být realizováno například formou geodetických měření, či měření trhlin na objektech, která se několikrát v čase opakují.

4 Hodnocení existujících zděných konstrukcí

4.1 Předběžná prohlídka zděných konstrukcí

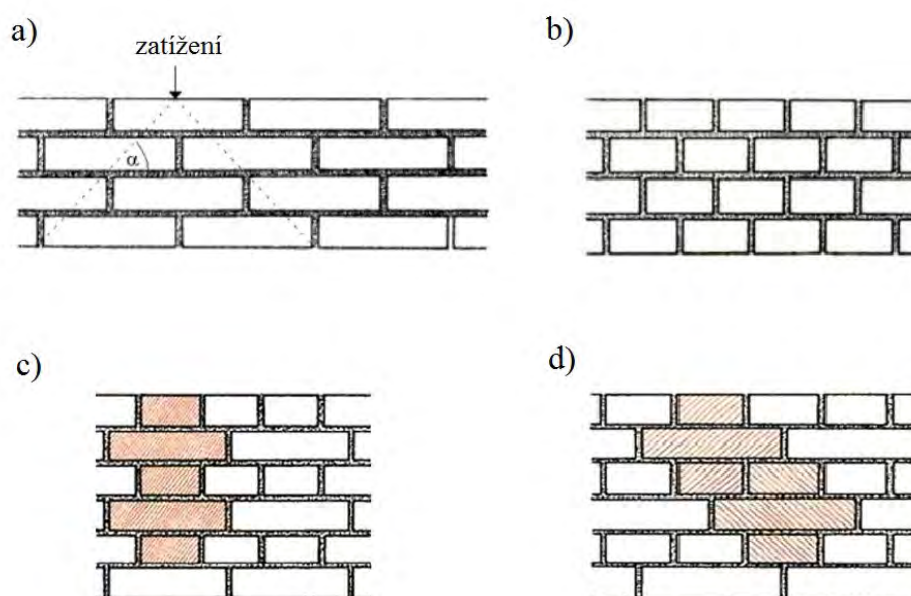
U zděných konstrukcí je důležitý průzkum povrchu a trhlin a určení jejich příčin. Výskyt poruch a trhlin na zděných konstrukcích vypovídá o zhoršení statické funkce a snížení spolehlivosti konstrukce. Viditelné poruchy se dokumentují v rámci předběžného průzkumu. [13]

Při třídění poruch se může vycházet z mnoha různých hledisek, ale poměrně zásadní je dělení na poruchy statické a nestatické. Statické poruchy se projevují deformacemi, trhlinami, drcením, apod. Nestatické poruchy jsou způsobeny vlivem prostředí, například zvýšenou vlhkostí, vlivem teploty, chemickými nebo biologickými vlivy. [13]

Při předběžném průzkumu se usuzují fyzikální a mechanické vlastnosti zdiva z povrchových vlastností vizuální prohlídkou nebo pomocí jednoduchých nástrojů. [13]

Během provádění průzkumu je vhodné zakreslit schéma trhlin a poruch a tím zjistit vzájemné návaznosti a změny v jednotlivých podlažích. [13]

Dalším faktorem, který se sleduje u existujících zděných konstrukcí při předběžné prohlídce a souvisí i s trhlinami ve zdivu je vazba zdiva. Vazba je také důležitá pro roznos zatížení ve zdivu (obr. 2a)). Základní vazby cihelného zdiva jsou na obr. 2.



Obr. 2 Základní vazby cihelného zdiva: a) běhounová, b) vazáková, c) polokřížová
d) křížová. [21]

Vazba zdiva je způsob kladení cihel ve zdivu mající za cíl, aby styčné spáry (příčné a podélné) ve dvou sousedních vodorovných řadách cihel nebyly průběžné. Pro dosažení řádné vazby zdiva je zapotřebí dodržet tyto zásady:

- všechny styčné spáry v každé vrstvě musí být překryty cihlou v další vrstvě o $\frac{1}{4}$ až $\frac{1}{2}$ délky cihly;
- ložné spáry musí být kolmé k tlaku, tedy vodorovné;
- ve zdivu se má použít co nejvíce celých cihel, s výjimkou míst křížení, zalomení nebo ukončení stěny, kdy se mohou použít tříčtvrtky nebo půlky. Čtvrtky nebo pásky se mají použít pouze výjimečně. [15]

Cihla uložená ve zdivu tak, že její délka je rovnoběžná s lícem stěny, se nazývá běhoun, cihla uložená kolmo k líci se nazývá vazák. [15]

Kromě průzkumu poruch zděných konstrukcí a vazby zděných prvků je dále důležité zjistit typ nosného systému (v případě zděných konstrukcí např. stěnový, sloupový), typ stropní konstrukce (u zděných konstrukcí např. klenba, stropy z keramických stropních dílců, betonové dutinové panely apod.). Mezi další zjišťované parametry patří zeslabení konstrukce otvory dveřními, okenními, ale i výklenky a různými průrazy. Tyto výše zmíněné záležitosti mohou být vytvořeny jak při samotné výstavbě objektu, tak při rekonstrukcích nebo přestavbách, jejichž rozsah je podstatné taktéž zjistit. Dále se zaznamenávají skutečné rozměry prvků a jejich poloha (tloušťky a poloha nosných zdí a příček, tloušťky kleneb), u sloupů se zjišťují štíhlostní parametry. Pak se sleduje také například vlhkost zdiva, degradace zdiva, výše zmíněné trhliny, případně drcení zdiva. Je-li zdivo bez omítky, sleduje se vyplnění spár maltou. V neposlední řadě se identifikují i ztužující prvky, jako například věnce, kleštiny, apod. Sledují se tedy všechny faktory, které by mohly snižovat únosnost zdiva.

4.2 Podrobný průzkum zděných konstrukcí

V rámci podrobného průzkumu existující zděné konstrukce, vyšetřované v této diplomové práci byly zjišťovány vlastnosti zdicích prvků a malt, jako jsou pevnost v tlaku zdicích prvků a pevnost malty v tlaku.

Vlastnosti materiálů, které se použijí pro hodnocení, musí odpovídat skutečným vlastnostem materiálů existující konstrukce, a ne vlastnostem materiálů specifikovaných v původním návrhu konstrukce, v návrhové normě nebo předpisu. [29]

Základní pokyny pro hodnocení zdicích prvků, malt a zdiva uvádí kapitola 9 Hodnocení existujících zděných konstrukcí z normy ČSN 73 0038 [28].

Vlastnosti zdicích prvků, zejména rozměry, tvar, uspořádání, objemová hmotnost a pevnost v tlaku se určí u existujících konstrukcí na vzorcích odebraných z vyšetřované konstrukce podle příslušných norem, nebo po odstranění povrchu zdiva vhodnou nedestruktivní metodou. [28]

Pevnost v tlaku malty v existující konstrukci se zjišťuje:

- nedestruktivními tvrdoměrnými zkouškami na základě vhodných kalibračních vztahů, popřípadě odhadem podle hloubky vrypu,
- na základě obsahu pojiva stanoveného chemickým rozбором,
- metodami lokálního porušení, například upravenou příklepovou vrtačkou na základě kalibračních vztahů. [28]

4.3 Výsledky hodnocení existujících zděných konstrukcí

Jedním ze zásadních činitelů pro hodnocení existujících zděných konstrukcí je charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tlaku a následně návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku.

Charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tlaku f_k se určí podle následujícího vztahu:

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$$

kde je

- | | |
|-------|---|
| f_k | charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tlaku v N/mm ² pro zdivo s vyplněnými ložnými spárami; |
| K | konstanta závislá na druhu zdiva a skupině zdicích prvků; zařazení zdicích prvků do skupin závisí na geometrických charakteristikách těchto prvků podle tabulky 3.3 ČSN EN 1996-1-1+A1 [31]; $K=0,44$ pro zdivo z plných cihel klasického formátu o průměrné pevnosti zdicích prvků a obyčejné malty, ve vazbě zdiva se předpokládá střídání běhounů a vazáků; [28] pokud se ve zdivu s obyčejnou maltou vyskytuje podélná maltová spára rovnoběžná s lícem stěny v celé nebo jakékoli délce stěny, hodnoty K se násobí 0,8; [17] |
| f_b | normalizovaná průměrná pevnost v tlaku zdicích prvků v N/mm ² ; |
| f_m | průměrná pevnost malty v tlaku v N/mm ² , uvažuje se nejvýše menší z hodnot $2 f_b$ nebo 20 N/mm ² u obyčejné malty a 10 N/mm ² u lehké malty; |

- α exponent závislý na tloušťce ložných spár a druhu malty; $\alpha=0,7$ pro nevyztužené zdivo s obyčejnou maltou nebo lehkou maltou; $\alpha=0,7$, resp. $0,85$ pro nevyztužené zdivo s maltou pro lehké spáry, viz ČSN EN 1996-1-1+A1 [31];
- β exponent závislý na druhu malty; $\beta=0,3$ pro obyčejnou a pro lehkou maltu. [28]

Tabulka 1 Hodnoty K pro zdivo s obyčejnou maltou, pro zdící prvky pálené, vápenopískové a betonové. [17]

| Zdící prvky | | Obyčejná malta |
|-------------|-----------|----------------|
| Pálené | Skupina 1 | 0,55 |
| | Skupina 2 | 0,45 |
| | Skupina 3 | 0,35 |
| | Skupina 4 | 0,35 |

Skupiny zdících prvků:

- Skupina 1: plné a svislé díry nebo dutiny do 25 % objemu
- Skupina 2: svislé díry nebo dutiny 25 až 55 % objemu
- Skupina 3: svislé díry nebo dutiny 55 až 70 % objemu
- Skupina 4: vodorovné díry nebo dutiny 25 až 70 % objemu [22]

Návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku se vypočítá jako podíl charakteristické pevnosti zdiva v tlaku f_k a dílčího součinitele γ_m , který se určí podle následujícího vztahu:

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \times \gamma_{m2} \times \gamma_{m3} \times \gamma_{m4}$$

kde je

- γ_{m1} základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, která se pro zdivo z plných cihel uložených na obyčejnou maltu rovná 2,0. V ostatních případech je nutno součinitel stanovit rozbořem s ohledem na způsob zjištění pevnostních charakteristik;
- γ_{m2} součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou: $0,85 \leq \gamma_{m2} \leq 1,2$; dolní mez intervalu platí pro zcela pravidelnou vazbu a dokonalé vyplnění spár;
- γ_{m3} součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti, pro vlhkost zdiva v intervalu od 4 % do 20 % se součinitel určí lineární interpolací mezi hodnotami $1,0 \leq \gamma_{m3} \leq 1,25$;
- γ_{m4} součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu v intervalu $1,0 \leq \gamma_{m4} \leq 1,4$; dolní mez platí pro neporušené zdivo bez trhlin. [28]

4.4 Monitorování zděných konstrukcí

V případě monitorování zděných konstrukcí se provádí nejčastěji měření přetvoření a trhlin.

Účelem měření trhlin je určení jejich šířky, změn této šířky v čase a velikosti vzájemných posunů části konstrukce po obou stranách trhliny v čase. Pro měření trhlin se používají různé druhy tenzometrů. Časový průběh je ovlivněn řadou různých faktorů (např. druhem základové půdy, vnějšími vlivy na staveništi a v jeho okolí, změnou dynamického zatížení, apod.). [15]

Minimální doba sledování u staveb má být 1 rok (lépe však s přesahem dalších 3 měsíců). Po této době lze statisticky vyhodnotit vliv měnících se klimatických podmínek. Spolu s měřením posunů je vždy nutné měřit teplotu konstrukce na každém měřicím místě zvlášť a sledovat údaje o denních teplotách ovzduší v dané oblasti. Výsledkem měření je jednak velikost trvalého posunu v trhlíně za sledované období a jednak velikost vratného posunu způsobeného ostatními vlivy, zejména teplotou. [15]

5 Metody průzkumu zděných konstrukcí

Nadcházející kapitola je zaměřena na diagnostické metody, používané při průzkumu zděných konstrukcí. Některé popisované metody byly použity i při průzkumu zděné konstrukce vyšetřované v rámci této diplomové práce. S pomocí níže zmíněných metod se stanovují materiálové vlastnosti zdiva existující konstrukce. Materiálovými vlastnostmi zdiva jako celku se rozumí charakteristická hodnota pevnosti zdiva v tlaku a z ní vypočtená návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku (viz kapitola 4.3). Pro výpočet charakteristické hodnoty pevnosti zdiva v tlaku je třeba mít zjištěnou normalizovanou průměrnou pevnost v tlaku zdicích prvků f_b a průměrnou pevnost malty v tlaku f_m .

5.1 Stanovení pevnosti v tlaku zdicích prvků

Pevnost v tlaku zdicích prvků, uvažovaná při návrhu, je normalizovaná pevnost v tlaku f_b . [15]

Normalizovaná pevnost v tlaku se získá přepočtem pevnosti zdicích prvků na pevnost ve stavu přirozené vlhkosti ($6 \pm 2 \%$, tab. 2), pokud nebyla v tomto stavu již stanovena, a vynásobí se součinitelem vlivu výšky a šířky zdicích prvků δ podle tabulky 3, přičemž normalizované zkušební těleso má rozměr 100×100 mm. [15]

Tabulka 2 Součinitele pro převedení na pevnost v tlaku ve stavu přirozené vlhkosti podle způsobu kondicionování. [32]

| Způsob kondicionování | Hodnota součinitele |
|---|---------------------|
| Na vzduchu nebo pro dosažení 6% obsahu vlhkosti | 1,0 |
| Pro dosažení vysušeného stavu | 0,8 |
| Pod vodou | 1,2 |

Tabulka 3 Součinitel vlivu výšky a šířky zdicích prvků δ . [32]

| Výška ¹⁾ zdicího prvku (mm) | Nejmenší vodorovný rozměr zdicího prvku (mm) | | | | |
|--|--|------|------|------|------------|
| | 50 | 100 | 150 | 200 | ≥ 250 |
| 50 | 0,85 | 0,75 | 0,70 | - | - |
| 65 | 0,95 | 0,85 | 0,75 | 0,70 | 0,65 |
| 100 | 1,15 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,75 |
| 150 | 1,30 | 1,20 | 1,10 | 1,00 | 0,95 |
| 200 | 1,45 | 1,35 | 1,25 | 1,15 | 1,10 |
| ≥ 250 | 1,55 | 1,45 | 1,35 | 1,25 | 1,15 |

¹⁾ Výška stanovená po úpravě povrchu vzorku.
Poznámka: Lineární interpolace je povolena.

5.1.1 Pevnost v tlaku na vzorcích odebraných z konstrukce

Pevnost v tlaku zdicích prvků se určuje podle ČSN EN 772-1 [32] jako průměrná pevnost v tlaku stanoveného počtu vzorků celých zdicích prvků. Minimální počet vzorků je šest, ale tento počet je v případě diagnostiky zděných konstrukcí třeba upravit dle velikosti konstrukce. Norma připouští zkoušet i reprezentativní části zdicích prvků, vyřezané z různých míst prvku (viz kapitola 5.1.2). [15]

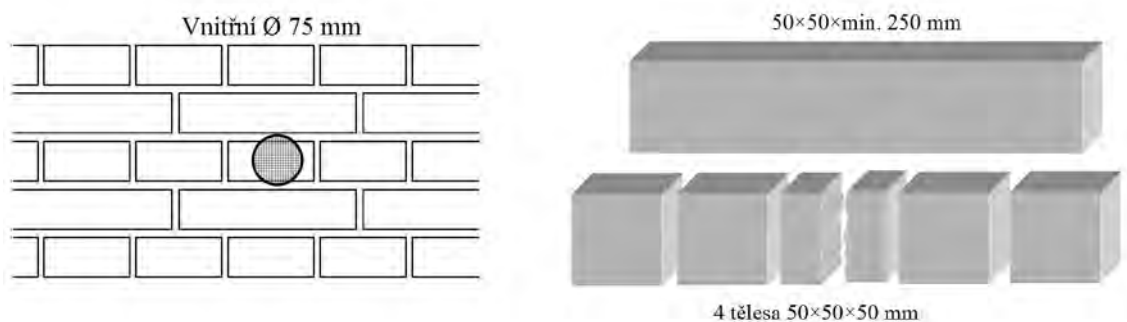
5.1.2 Pevnost v tlaku na tělesech vyrobených z jádrových vývrtů

V praxi diagnostických průzkumů zděných konstrukcí bývá často obtížné odebrat bez poškození celé vzorky zdicích prvků, a proto je možné (i s ohledem na možnost vyřezání reprezentativních vzorků) použít pro odběr vzorků jádrové vrtání. V praxi se někdy používají vývrty o průměru 50 mm, z nichž se vyřezou válcová tělesa. Problémem je, že směr jejich zatěžování v lisu není totožný se směrem zatížení v konstrukci (vývrty jsou většinou vodorovné). V případě narušeného zdiva často dochází k rozpadu odebraných vzorků již při vrtání. [34]

Na základě zkušeností Ústavu stavebního zkušebnictví se osvědčilo provedení větších jádrových vývrtů o vnitřním průměru 100 mm nebo 75 mm do vazáku na celou délku cihly (obr. 3). Průměr 100 mm je lepší z důvodu prozkoumání vazby zdiva, průměr 75 mm je zase šetrnější ke konstrukci. [34]

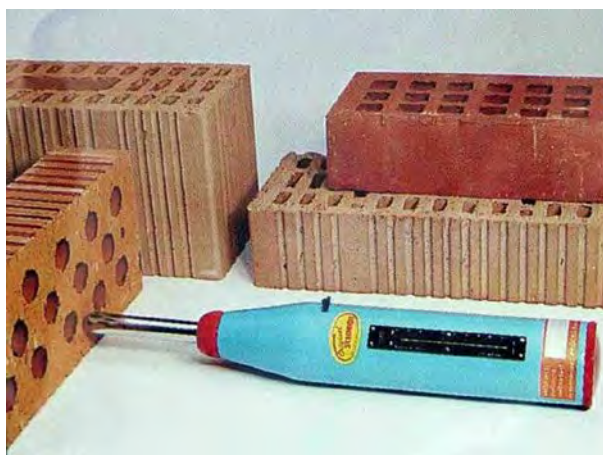
Z takových vývrtů lze vyřezat zkušební tělesa s příčným rozměrem $d = 50$ mm nejen pro stanovení pevnosti v tlaku, ale i pro pevnost v tahu za ohybu. Optimálním reprezentativním

tělesem je hranol s rozměry $50 \times 50 \times 250$ mm. Pro stanovení pevnosti v tahu za ohybu je vzdálenost podpěr 200 mm (4d). Po zlomení tělesa při ohybové zkoušce lze ze zlomků jednoduše získat až 4 krychle s rozměry $50 \times 50 \times 50$ mm pro stanovení pevnosti v tlaku (obr. 3). Díky většímu počtu zkušebních krychlí z jednoho vzorku cihly lze získat pevnost z různých částí zdi (vnější líc \times střed zdiva), případně v různém vlhkostním stavu (nasycený, vysušený, s přirozenou vlhkostí). [15]



Obr. 3 Odběr vzorku zdiva o průměru 75 mm jádrovým vrtáním a zkušební tělesa vyrobená z vývrtu. [15]

5.1.3 Pevnost v tlaku zjištěná nedestruktivně



Obr. 4 Tvrdoměr Schmidt LB pro zkoušení cihelného zdiva [15]

Tvrdoměrné metody zkoušení cihel jsou modifikací metod používaných pro beton. Pro zkoušení cihel se používá zejména metoda Waitzmannova tvrdoměru a metoda Schmidtova odrazového tvrdoměru. [15]

Waitzmannův tvrdoměr je Poldi kladívko na zkoušení tvrdosti oceli, upravené pro zkoušení betonu a cihel. Tato metoda vykazuje velmi dobré výsledky při zkoušení cihel,

neboť uspořádání přístroje eliminuje útlum v případě nepříliš dobře upevněných cihel ve zdivu. Je však poměrně pracná a proto se v praxi používá jen výjimečně. [15]

Z odrazových tvrdoměrů byl pro účely zkoušení cihelných zdicích prvků vyvinut typ Schmidt LB (obr. 4). Zásadním rozdílem proti tvrdoměru Schmidt L na beton je pouze výrazně menší poloměr kulové plochy razníku – razník je zakulacený. [34]

POSTUP A VYHODNOCENÍ ZKOUŠKY SCHMIDTOVÝM TVRDOMĚREM TYPU LB

Metodika provádění a vyhodnocování zkoušek pevnosti v tlaku cihel tvrdoměrem Schmidt LB je v podstatě shodná s metodikou tvrdoměrů Schmidt na beton, s výjimkou kalibračního vztahu, který je pochopitelně odlišný. [34]

K získání spolehlivého odhadu tvrdosti se na každé zkušební ploše – obroušeném povrchu cihly zbaveném omítky - provede nejméně 7 platných čtení. [34] Obvykle se dělá 10 měření. [36] Je nutno zajistit, aby každý zkušební bod byl vzdálen od sousedního nejméně 20 mm a nejméně 20 mm od okraje cihly. Cihly nedostatečně upevněné ve zdivu se nezkouší. [34]

Každý vtisk na povrchu cihly se prohlédne, a pokud je nárazem rozdrčen nebo rozlomen v důsledku blízkosti podpovrchové vzduchové dutiny, pak se tento výsledek vyloučí. [34]

Každé hodnotě odrazu se přiřadí hodnota pevnosti v tlaku podle kalibračního vztahu (obr. 5). [36] Pro cihly bylo vytvořeno několik různých kalibračních vztahů pro nové i staré cihly na pracovištích, která se touto problematikou zabývala, např. VAAZ Brno nebo ÚSZK FAST VUT v Brně. [34]

Vypočítají se meze $\pm 20\%$ od průměrné pevnosti. [36] Pevnosti získané na základě kalibračního vztahu, které vybočují z těchto mezních odchylek, se vyloučí a ze zbývajících platných měření (musí jich být aspoň 7) se vypočte nový aritmetický průměr pevnosti v tlaku. [15]

Protože vztah mezi pevností v tlaku a tvrdostí cihel se může lišit podle lokality a rovněž podle vlastností povrchu zdiva, je nutné upřesnit korelační vztah mezi tvrdostí stanovenou tvrdoměrem a pevností v tlaku na vzorcích odejmutých z konstrukce. Zkušební vzorky před stanovením pevnosti v tlaku upneme do lisu (vyvozené napětí má být přibližně 10 % pevnosti cihly) a vyzkoušíme nejdříve tvrdoměrnou metodou.

Pro upřesnění hodnoty pevnosti v tlaku touto metodou se používá součinitel α , který se vypočítá podle vztahu:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n f_{bi}}{\sum_{i=1}^n f_{bei}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{destruktivní}}{\sum_{i=1}^n f_{nedestruktivní}}$$

kde je

n počet měření;

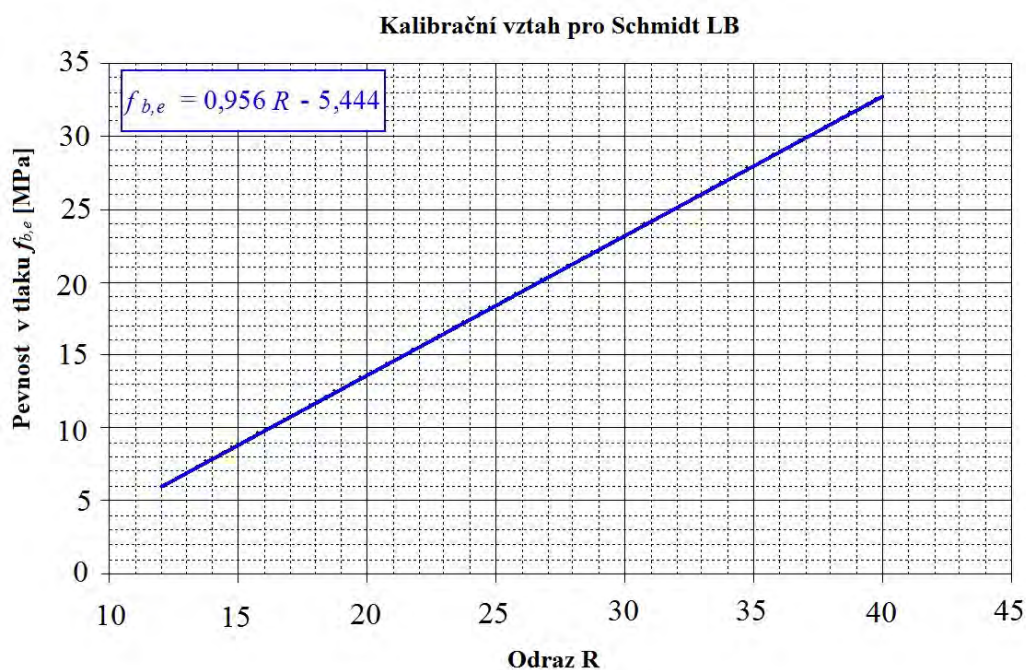
f_{bi} pevnost v tlaku stanovená z i -tého měření normalizovanou zkouškou (krychelná pevnost);

$f_{b,ei}$ pevnost v tlaku s nezaručenou přesností stanovená na témže vzorku nedestruktivně. [36]

Upřesněná hodnota pevnosti se následně určí podle vztahu: $f_b' = \alpha \times f_{b,e}$. [36]

Poté následuje přepočítání na normalizovanou pevnost v tlaku – viz úvod kapitoly 4.1 Stanovení pevnosti v tlaku zdicích prvků.

Pomocí tvrdoměrné metody se většinou zkouší pouze cihly plně pálené. [15]



Obr. 5 Kalibrační vztah pro tvrdoměr Schmidt LB. [35]

5.2 Pevnost v tlaku malty

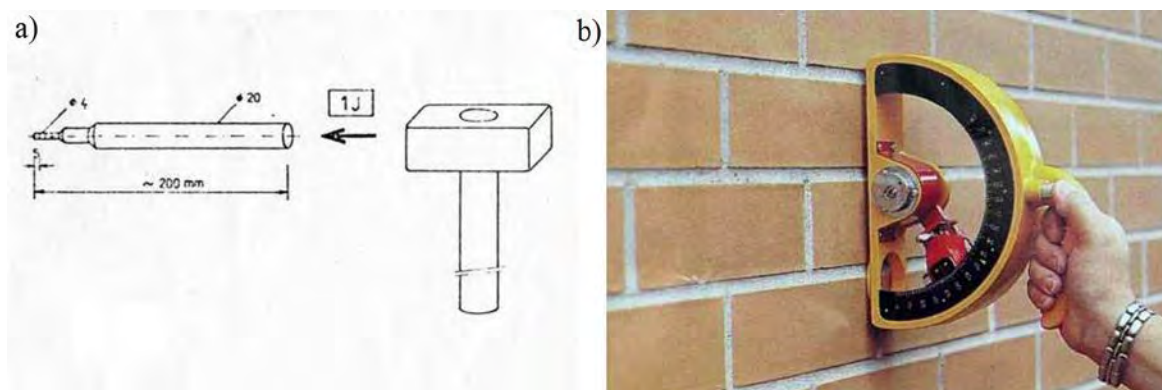
V případě dostatečně velké tloušťky ložných spár a dostatečně pevné malty lze pro stanovení pevnosti v tlaku použít tělesa vyrobená ze spár, která se zkouší podle ČSN EN 1015-11 [33]. [15]

Mezi další metody pro zjišťování pevnosti v tlaku malty patří metody tvrdoměrné, kromě nich se používají také upravené vrtačky, které jsou v praxi nejrozšířenější.

5.2.1 Pevnost v tlaku malty zjištěná tvrdoměrnými metodami

U tvrdoměrných metod je největším problémem tloušťka spár, která se ve starších konstrukcích pohybuje od 10 mm do 14 mm. Jednou možností zkoušení je vtlačování definovaného přípravku - válcového indentoru (obr. 6 a)). Průměr indentoru je 4 mm (2,5 krát menší než obvyklá výška ložné spáry). Na indentoru jsou vyznačeny rysky po 5 mm. K zatlačování se použijí údery kladiva o hmotnosti 1 kg ze vzdálenosti 100 mm, tudíž energie 1 J. Kalibrační vztah může být ovlivněn osobou provádějící zkoušku, z tohoto důvodu byl vyvinut kyvadlový indentor, který zaručuje konstantní energii úderu. [15]

Dalším přístrojem pro zjišťování pevnosti v tlaku malty ve spárách zdiva je Schmidt PM (obr. 6b)). Beran s razníkem o průměru 8 mm opisuje kruhovou dráhu a po dopadu na maltu ve spáře se odrazí. Z hodnoty odrazu lze odvodit pevnost malty. Metoda je zřejmě vhodnější pro zjišťování kvality malty v nových zděných konstrukcích. [15]



Obr. 6 a) Princip provádění metody válcového indentoru, b) tvrdoměr Schmidt PM [15]

5.2.2 Pevnost v tlaku malty zjištěná pomocí upravených vrtaček

Pro zkoušení malty ve spárách zdiva byla v pražském Technickém a zkušebním ústavu stavebním (dále TZÚS) upravena ruční vrtačka, známá odborné veřejnosti jako „Kučerova vrtačka“ (obr. 7). [15]

Metoda je založena na vzájemném statisticky významném vztahu mezi pevností malty ve spárách a odporem malty proti vnikání vrtáku při příklepovém vrtání touto vrtačkou s danými parametry. Proti běžné ruční vrtačce je zde navíc příklep, počítadlo otáček a tlačná pružina v opěrce o předepsané tuhosti, pomocí níž je zajištěn předepsaný přítlak. Mírou odporu malty je pak hloubka vrtu vrtákem do zdiva o průměru 8 mm. [15]

Metoda dosáhla značené obliby, přestože vlastní zkoušení bylo vzhledem k charakteru přístroje poměrně fyzicky namáhavé. Z tohoto důvodu TZÚS Praha vyvinul nový typ elektrické vrtačky, nesoucí označení PZZ 01 (obr. 7). Průměr vrtáku u této elektrické vrtačky je 6 mm. [15]



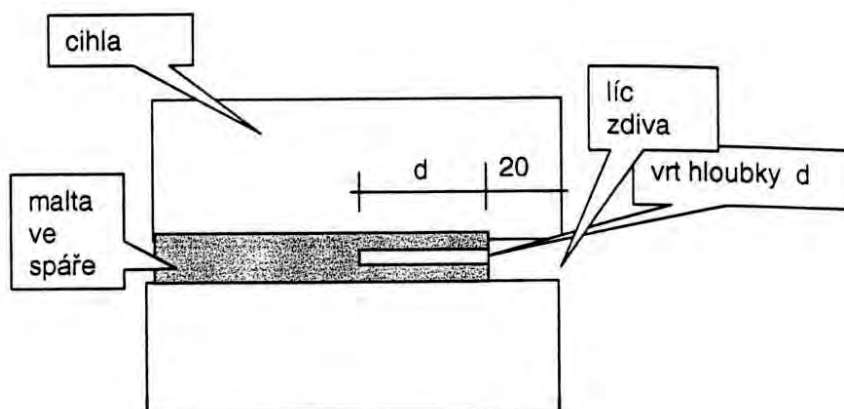
Obr. 7 Upravené vrtačky pro zkoušení pevnosti malty ve spárách – ruční a elektrická PZZ 01. [15]

ZKUŠEBNÍ POSTUP PRO UPRAVENÉ VRTAČKY

Zkušební postup je prakticky shodný pro oba typy upravených vrtaček, liší se pouze kalibrační vztahy. Zkušební místo se volí na tlačných prvcích (sevření spáry). Zkušební místo se upraví takto: [15]

Pokud je zdivo omítnuto, odstraní se omítka na ploše cca 200 × 150 mm tak, že ložné spáry jsou přibližně v podélné ose upravené plochy. Při zkoušce malty se malta v jedné

ložné spáře vyseká, resp. vyškrábe vhodným nástrojem přibližně 10-20 mm za líc zdiva z důvodu odstranění omítky a zkarbonatované vrstvy (obr. 8). [34]

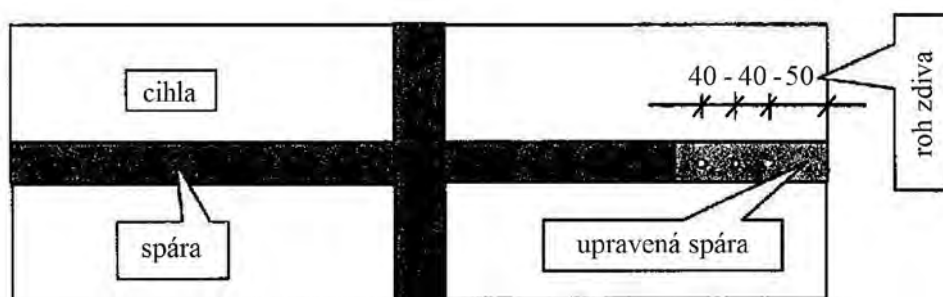


Obr. 8 Umístění vrtu ve spáře zdiva, řez zdivem. [15]

V upravené ložné spáře se provedou tři vrtý ve vzdálenosti min. 40 mm od sebe a min. 50 mm od hrany zdiva (obr. 9). Hloubka vrtů se změří hloubkoměrem. Jako platné měření se uvažuje hloubka vrtu d , která se neliší od průměrné hloubky d_m ze všech tří vrtů o více než 30 %. [34]

Při použití obecných kalibračních vztahů se vrtý provedou při nastavení stupnice na 25 otáček, pro ruční vrtačku. [15]

Pokud kritériu nevyhovují dva z vrtů, zkušební místo se neuvažuje. Pokud kritériu nevyhovuje jeden vrt, vyloučí se tento vrt z měření a nahradí se novým vrtem. V případě, že ani nahrazením jednoho vývrtu není splněno kritérium, zkušební místo se neuvažuje. [15]



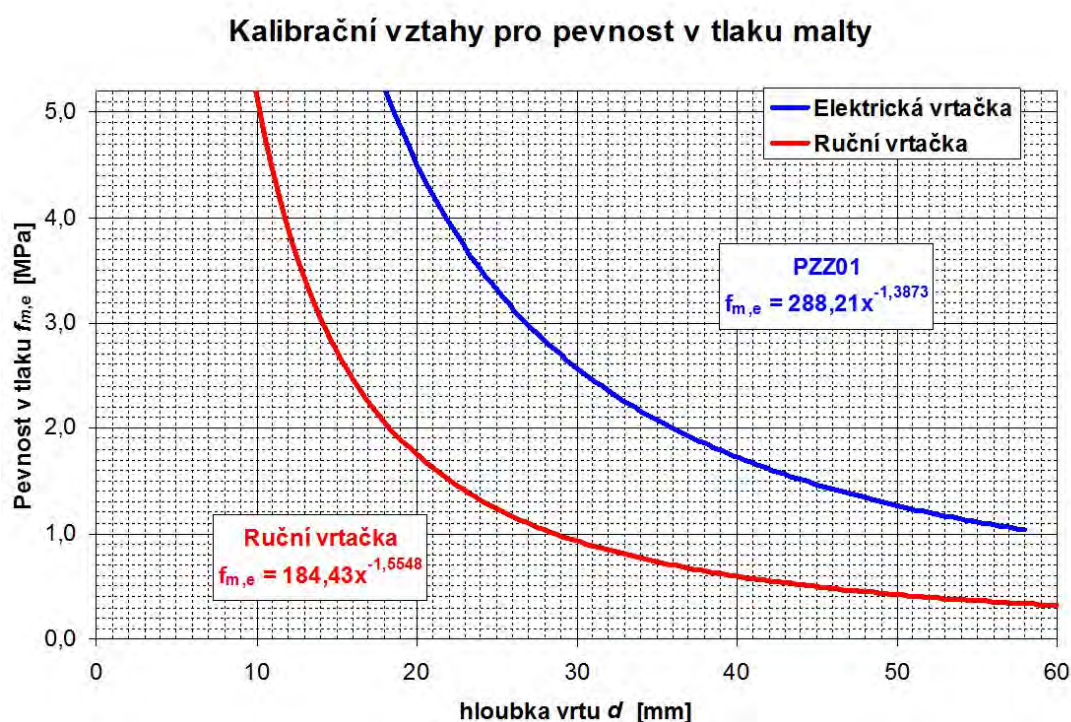
Obr. 9 Rozmístění vrtů ve spáře a vzdálenost vrtu od okraje – pohled na zdivo. [15]

VYHODNOCENÍ ZKOUŠKY PRO RUČNÍ VRTAČKU

Kalibrační vztahy pro vrtačky jsou uvedeny na obr. 10.

Ze tří platných měření na jednom zkušebním místě se vypočte aritmetický průměr hloubky vrtů d_m se zaokrouhlením na 1 mm. Informativní hodnota pevnosti malty $f_{m,e}$ se stanoví v závislosti na zjištěné průměrné hloubce vrtu d_m z obecného kalibračního vztahu pro daný typ přístroje. [34]

Pevnost získaná zkouškou jednoho zkušebního místa se považuje za ekvivalentní hodnotě pevnosti malty získané zkoušením jednoho zkušebního tělesa. Z výsledků všech zkoušek na konstrukci se určí výběrový průměr pevnosti malty f_m . [15]



Obr. 10 Kalibrační vztahy pro pevnost v tlaku malty získanou pomocí ruční vrtačky a elektrické vrtačky PZZ 01. [35]

Pevnost malty v tlaku f_m se stanoví podle:

$$f_m = m_x - t_n \times s_x$$

kde je

m_x výběrový průměr pevnosti v tlaku malty, stanovený ze všech měření;

s_x výběrová směrodatná odchylka;

t_n součinitel dle tabulky 4. [16]

Tabulka 4 Hodnoty součinitele t_n . [16]

| Počet vzorků n | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | 50 | 100 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t_n | 0,60 | 0,50 | 0,44 | 0,39 | 0,35 | 0,30 | 0,26 | 0,24 | 0,18 | 0,13 |

5.3 Závěrečné poznámky, výsledky

Výsledky zkoušek se mají hodnotit na základě statistických metod, pomocí dostupných statistických znalostí o typech rozdělení a jejich příslušných parametrech. [13]

Výsledkem statistického vyhodnocení je stanovení charakteristické hodnoty jako kvantilu předpokládaného pravděpodobnostního rozdělení sledované vlastnosti materiálu. Pro pevnost materiálu se obvykle charakteristická hodnota stanoví jako 5 % kvantil. [28]

6 Průzkum objektu záměčku v Loučce u Valašského Meziříčí

Pro praktickou část diplomové práce byla vybrána budova záměčku v Loučce u Valašského Meziříčí. Stavební průzkum je členěn na několik částí: předběžná prohlídka objektu, obsahující také studium posudků provedených v minulosti, s vizuální prohlídkou a pasportizací poruch objektu. Dále průzkum nosných konstrukcí objektu s vyhodnocením výsledků. Na závěr je proveden statický výpočet.

6.1 Základní identifikace objektu

6.1.1 Účel průzkumu, současný stav

Podklady pro tuto kapitolu jsou [24], [38]

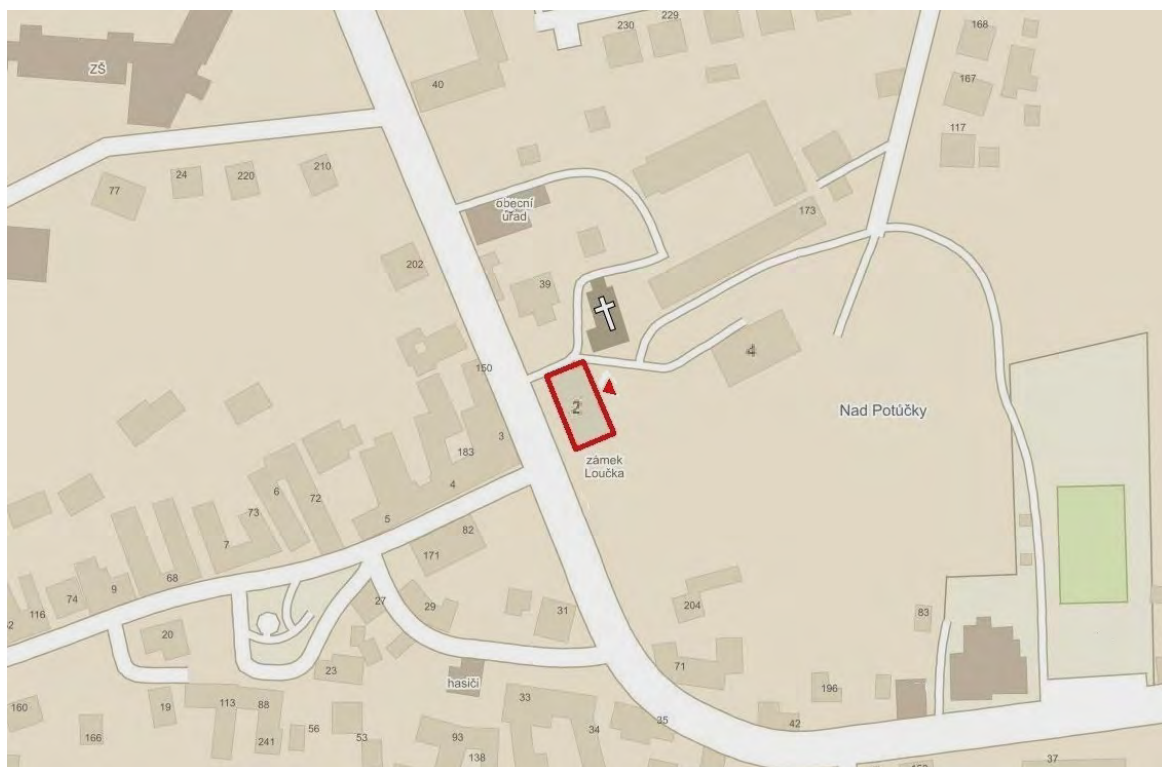
Vlastníkem objektu je firma B.F.P., Lesy a statky Tomáše Bati, spol. s r.o. Objekt je v současné době ve velmi špatném stavebně technickém stavu, a to hlavně z důvodu značně zanedbané údržby, kterou majitel objektu zanedbával.

Na základě zanedbané údržby a špatného stavebně technického stavu měl majitel snahu objekt zbavit památkové ochrany, avšak se dostal do sporu s památkáři. Posouzení stavebně technického bylo vytvořeno jako podklad k tomuto účelu.

6.1.2 Lokalizace

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [23], [24], [37]

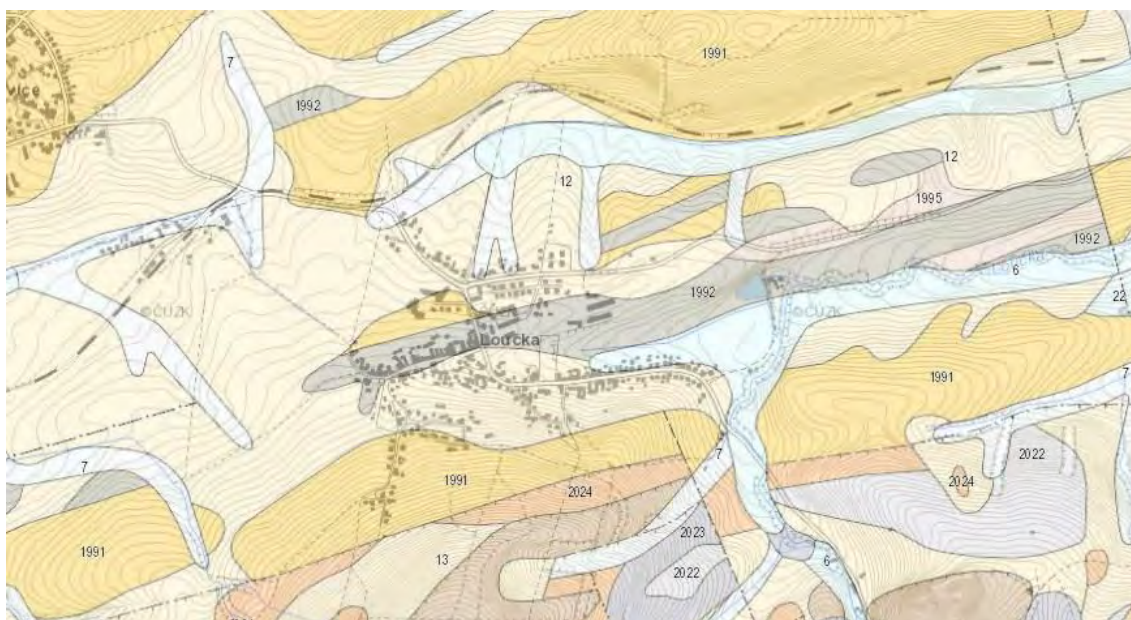
Objekt záměčku (obr. 11, č.p. 2) je situován v Loučce, v katastrálním území Loučka u Valašského Meziříčí. Vstup se nachází ve východním průčelí objektu (obr. 11 dle směru šipky). Pro jednodušší následný popis objektu je průčelí se vstupem nazváno východním, ostatní průčelí tedy budou vzhledem ke světovým stranám klasicky nazvaná západní, severní a jižní (viz obr. 15). Záměček leží na území parku, jehož součástí je i zrekonstruovaná budova podobného architektonického charakteru jako samotný záměček, v níž se nachází kanceláře (obr. 11, č.p. 4). Severním směrem od záměčku se nachází místní kostel, také dobře viditelný na obr. 11, mezi nímž a záměčkem se nalézá vstupní brána k výše zmiňovaným objektům.



Obr. 11 Vyznačení objektu záměcku v Loučce u Valašského Meziříčí. [23]

6.1.3 Geologické poměry v místě stavby

Podklady pro tuto kapitolu jsou [2], [3], [25]



Obr. 12 Výřez geologické mapy území Loučky [25]

Geologické poměry nejsou složité, podloží i stavba jsou jednoduché. [2] Základovou půdu tvoří jemně vrstevnaté břidlice, měknoucí při zvlhnutí. [3] Z online dostupné geologické mapy lze vyčíst, že se v zájmové lokalitě nachází sedimenty, především jílovce, silicity (zobrazené šedou barvou s indexem 1992, obr. 12) a dále pak hlinito-písčité sedimenty (světlé zobrazení s indexem 12, obr. 12). Dle [2] je možné hodnotit jako jednoduchou stavbu na jednoduchém podloží.

6.2 Historie objektu

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [4], [6], [11]

Historických pramenů k objektu je poměrně málo, což je způsobeno zejména tím, že se z písemností správy velkostatku dochovala jen agenda lesního hospodářství za poslední majitelky před socialistickým zábořem, Marie Baťové, nikoli však veškerá agenda, zejména za předchozích držitelů, kteří stavbu zbudovali a měnili. Základní místopisný sled majitelů je evidován a byl zpracován několika autory, nicméně některá literatura a prameny s těmito údaji nebyly vždy přístupné pro studium.

První stavbou postavenou v místě dnešního zámeckého areálu byla tvrz. Novostavba barokního zámku se datuje k šedesátým létům 17. století. Roku 1769 změnil zámek majitele a došlo k přestavbě na přízemní pozdně barokní stavbu obdélníkového půdorysu. Při této přestavbě vznikla u východního průčelí lodžie, ohraničená arkádami a patrně došlo i ke vzniku kleneb nad traktem č. 2 (viz obr. 15 v kapitole 6.3.1; světle hnědé zdivo na obr. 14).

Situace vesnice Loučky byla patrně v letech 1780 – 1783 zachycena v rámci tehdejších technických možností na sekci č. 54 opraveného vojenského mapování Moravy, uloženého v originále v bývalém válečném archivu ve Vídni. Bohužel nelze vyloučit možnost, že mapa zachycuje původní situaci z let 1764 – 1768. Na mapě je zakreslena v místech dnešního zámku zřejmě patrová stavba pod valbovou střechou a od ní k severu a východu další půdorysy dosti členitého areálu, avšak jedná se spíše o piktogram, než o reálné zobrazení zámecké stavby. Nelze však s jistotou vyloučit, že podlaží existovalo a později zaniklo, a to také z důvodu, že přízemní zámecká stavení nejsou obvyklá.

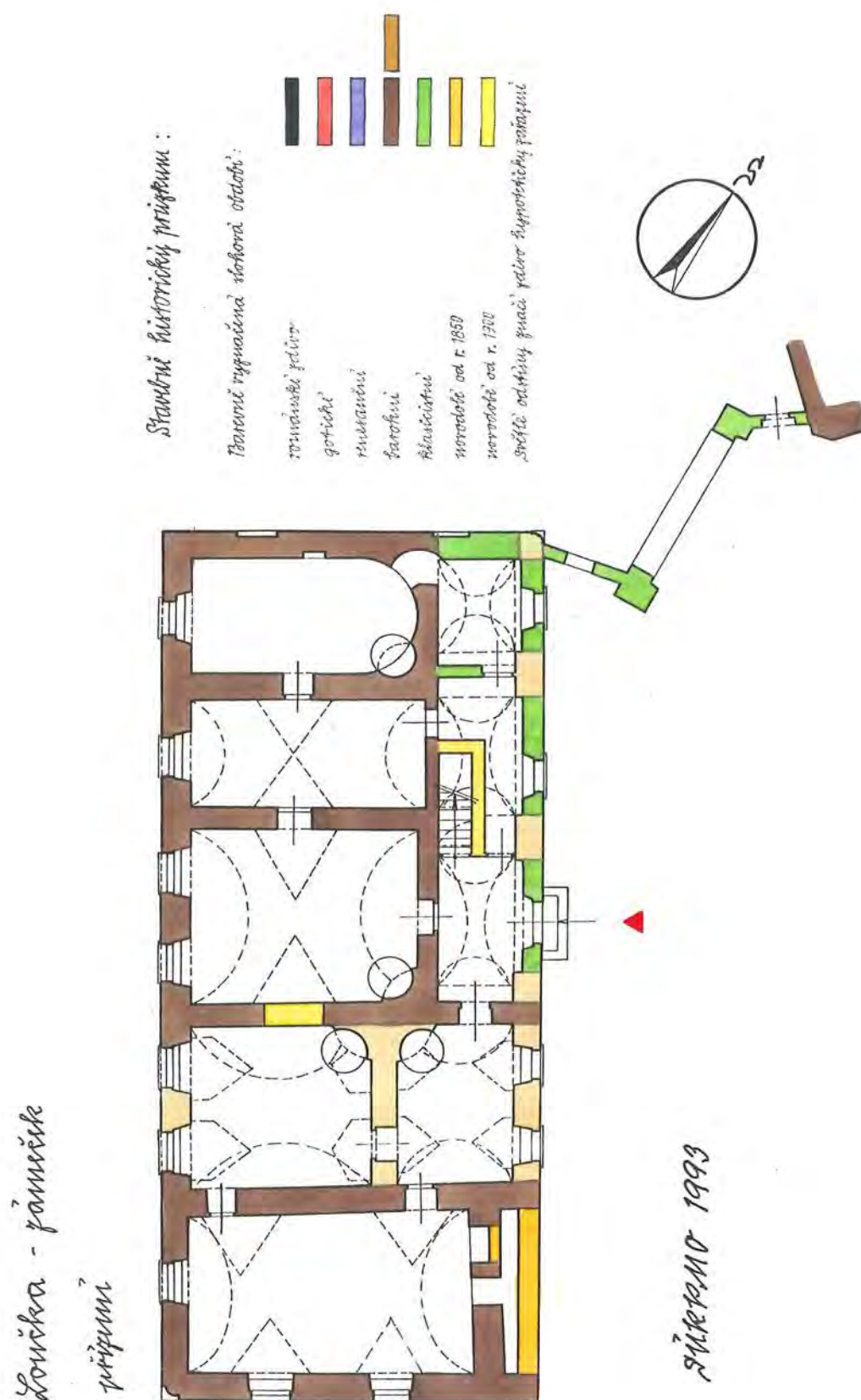
V roce 1803 stavba opět změnila majitele a díky další přestavbě, realizované patrně někdy mezi roky 1803 až 1840 dostala empírovou podobu, byla zrušena lodžie zazděním arkád (zelené zdivo na obr. 14), přizděn rizalit ke vstupu do objektu a vzniklo charakteristické

členění východního průčelí (viz kapitola 6.3.3 Východní průčelí objektu). Na katastrální mapě z roku 1830 je zámek spojen do půdorysného tvaru písmene L s dnešní kancelářskou budovou a tvoří s ní jeden celek, nelze však s jistotou říct, zda bylo výsledkem této přestavby spojení, nebo rozdělení objektů. Průzkum [1] se kloní k názoru, že křídlo navazovalo v místě, kde neexistuje klasicistní členění, proto pravděpodobně mapa vznikala již před rokem 1830. Na zmiňované mapě lze rozpoznat rysy parku, které jsou patrné do dnešní doby. (obr. 13)



Obr. 13 Výřez katastrální mapy z roku 1830, zámek je patrný přibližně uprostřed, jako část objektu půdorysného tvaru L. [1]

Ke zboření navazujícího křídla došlo kolem roku 1900. Důvody zboření nejsou dostatečně známy, ale lze předpokládat, že bylo křídlo ve špatném stavu. Někdy v 19. století vznikl podkrovní prostor. V průběhu dalších let objekt vlastnilo více majitelů, z nichž posledním a nejpodstatnějším byl roku 1928 Tomáš Baťa, který dal statek zapsat manželce Marii. Poté byl statek zabaven a v roce 1949 přidělen místnímu národnímu výboru. Ke konci 80. let pojal národní výbor úmysl rekonstruovat a adaptovat objekt pro sekretariáty a klubovny. Při tomto záměru byla provedena technická zpráva, v níž je uvedeno, že stavebně technický stav objektu je nevyhovující, a to jak vlivem nevyužívání objektu, tak i statickými poruchami a dožívajícími konstrukcemi.



Obr. 14 Rozdělení svislých konstrukcí objektu podle doby vzniku. Vstup označen červenou šipkou. [1]

Objekt byl využíván v minulosti jako hospodářská budova, skladiště, škola, knihovna a také pro potřebu místního národního výboru.

Posledních šest desetiletí objekt v podstatě díky zanedbávané údržbě pouze chátral.

Některé konkrétní historické údaje, vztahující se ke konkrétním stavebním či architektonickým prvkům jsou popsány v kapitolách níže, aby měly informace lepší souvislosti. Na obr. 14 je zobrazeno rozdělení svislých konstrukcí objektu podle doby vzniku. Toto rozdělení odpovídá historickému vývoji objektu, který je popsán v této i dalších kapitolách. Zejména doporučuji si všimnout prvků zabarvených světle hnědou barvou – ty byly na základě přestaveb vybudovány později než tmavě hnědé a zelené prvky.

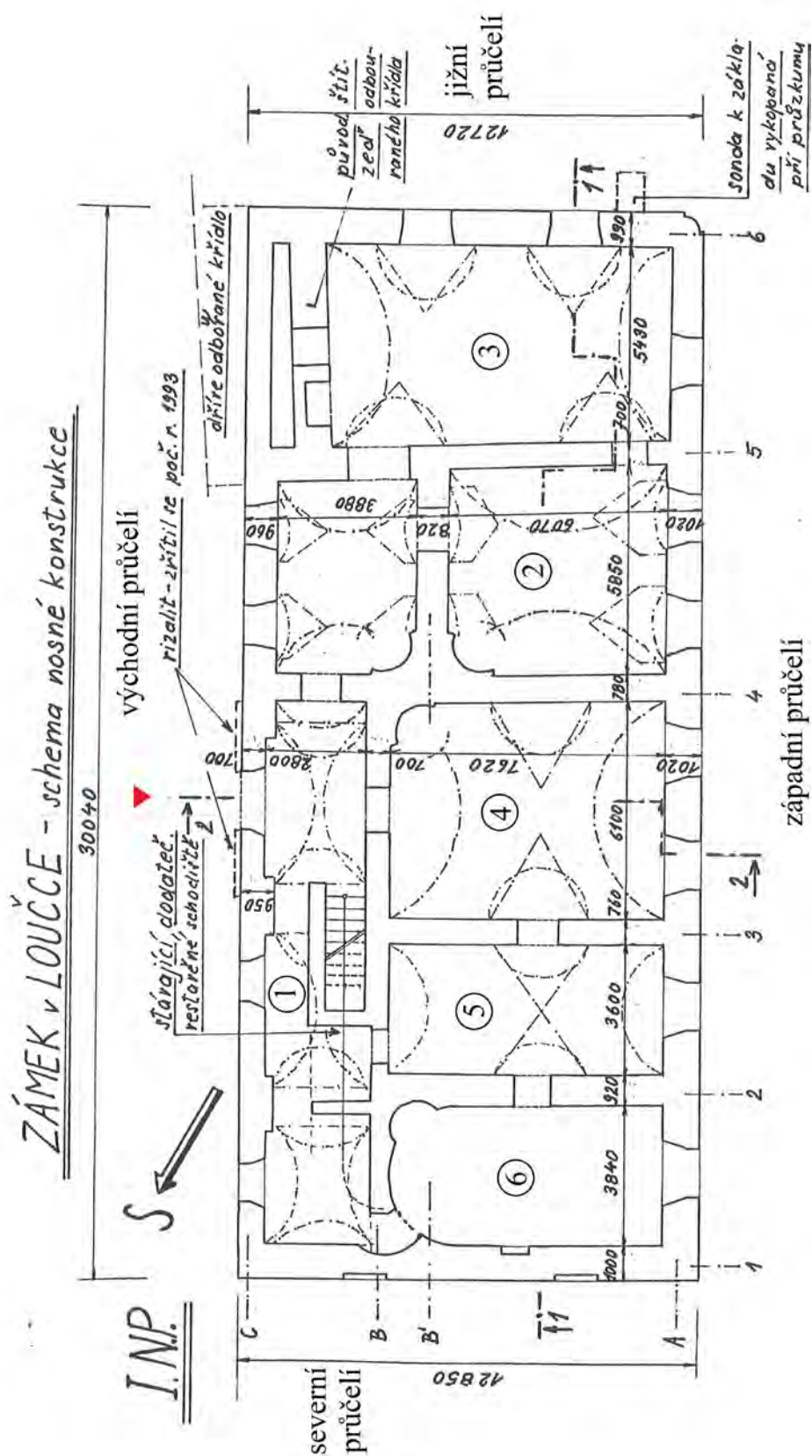
6.3 Předběžná prohlídka objektu

Předběžná prohlídka sestává jednak ze studia dostupných posudků objektu z minulých let, ale i z vizuální prohlídky s fotodokumentací. Součástí posudku [3] je poprvé provedený pasport poruch stavby, do kterého byly postupně přidávány také informace z některých dalších následujících pasportizací. Jednalo se o roky 1993, 2002 a v rámci diplomové práce v roce 2015. V rámci prohlídky je uveden i tento pasport poruch objektu. Vzhledem k tomu, že je objekt poměrně dost porušen, je zde i obsaženo poreferování o příčinách těchto poruch. Fotodokumentace byla poměrně zkomplikována zelení, která byla v minulosti osázena kolem objektu zejména od východního průčelí, ale i nevhodným osluněním budovy v době provádění průzkumu.

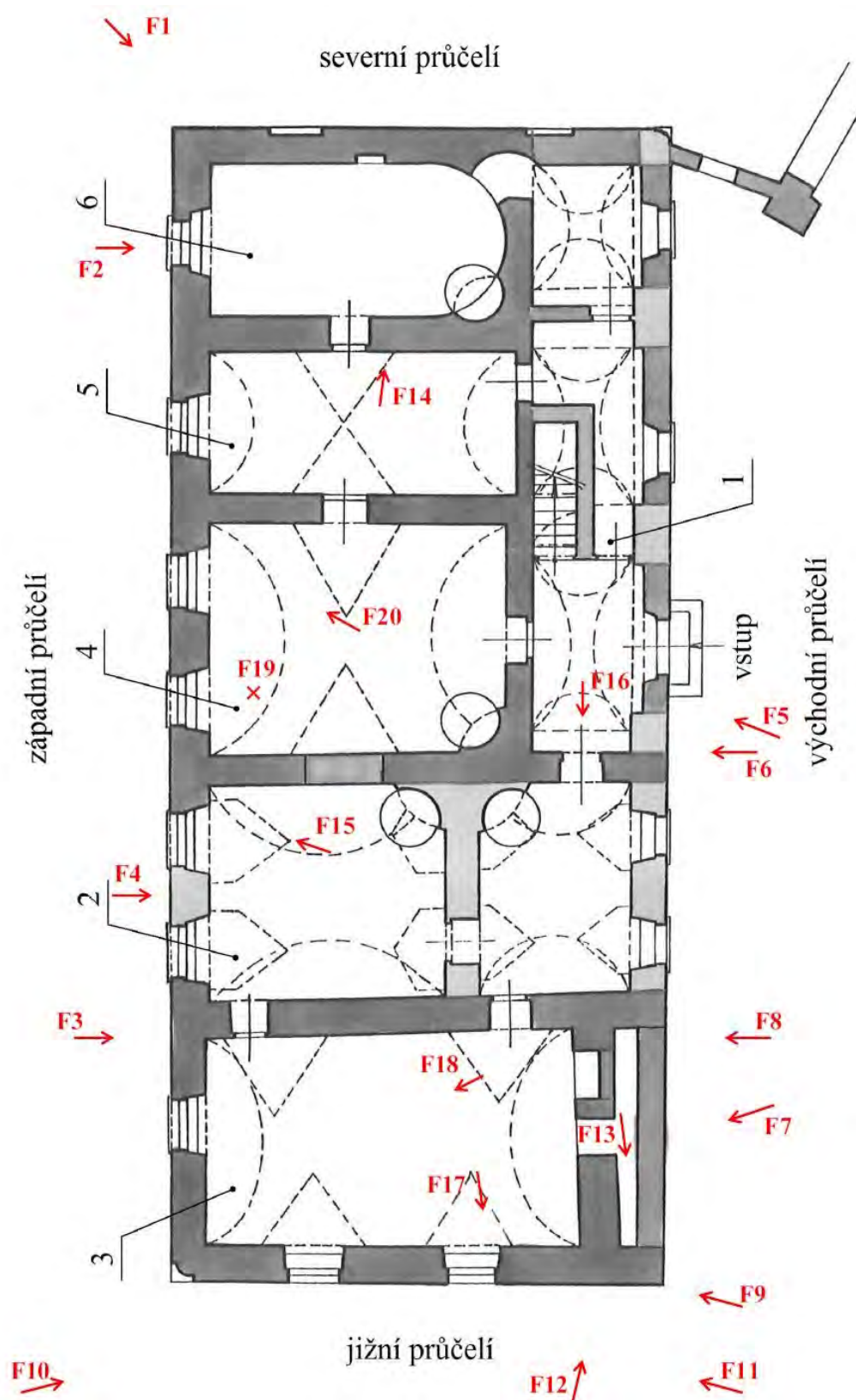
6.3.1 Obecný popis objektu

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [4], [5], [6], [9], [11]

Jedná se o nevyužívaný objekt bez podzemních podlaží s dvěma nadzemními podlažími, z nichž druhé je řešeno jako půdní vestavba, nad níž se nachází ještě malý půdní prostor. Terén kolem budovy se mírně svažuje dolů po její délce od severní části k jižní. Výška objektu po hřeben střechy je cca 11,4 m. Konstrukční systém je stěnový. Půdorysný tvar objektu je obdélník o stranách asi 30 x 12,8 m. Stropní konstrukce jsou řešeny klenbami. Střecha objektu je mansardová s vikýři. Podrobný popis objektu je v následujících kapitolách.



Obr. 15 Půdorys prvního nadzemního podlaží záměku s okótovanými rozměry. [3] Pro jednodušší popis jsou pojmenovány jednotlivá průčelí a očíslovány jednotlivé traktů. Vstup je značen červenou šipkou.



Obr. 16 Půdorys prvního nadzemního podlaží zámku. [1] Jsou zde pojmenovány jednotlivá průčelí a očíslovány trakty. Červené šipky s písmeny F a čísla značí polohu fotek uvedených v následujících kapitolách.

Při popisu konstrukce se pro zjednodušení bude vycházet z obr. číslo 15. Příčně je objekt rozdělen do pěti traktů, z nichž dva jsou průběžné na celou šířku budovy (označené čísla 2 a 3, obr. 15) a zbývající tři (označené 4, 5, 6, obr. 15) jsou přerušeny užší podélnou částí, ve které se nachází mimo jiné vstup a schodiště (označená číslem 1).

Na obr. 16 je schéma půdorysu 1.NP, na kterém jsou vyznačeny červenými šipkami s písmeny F a čísla polohy fotek focených při předběžné prohlídce objektu. Tyto fotky jsou uvedeny v nadcházejících kapitolách a jsou popsány vždy za názvy písmeny F s čísly, které odpovídají číslům na schématu na obr. 16.

6.3.2 Západní průčelí objektu

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [37], [39]

POPIS ZÁPADNÍHO PRŮČELÍ DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

Hlavní (západní) průčelí objektu, které směřuje do návsi, je patrně z přestavby roku 1769 a má barokní povahu. Okna jsou v průčelí rozvržena nepravidelně. Každé okno bylo rámováno lištovou šambránou s nasazenou suprafenestrou na středu kýlovitě zdviženou. Profily šambrány a suprafenestry byly vcelku prosté. Suprafenestra spočívala po stranách na drobných konzolových podložkách a byla poměrně mohutná. Po stranách fasády při nárožích jsou vertikální bosáže s hrubou povrchovou strukturou.

Zmíněné architektonické detaily prozrazují novodobou transformaci barokního původu, ovšem všechny prvky nejsou dle zdroje [1] původní, ač navazují na barokní stav. V tomto směru dle zdroje [1] překvapuje i poměrně velká šířka okenních otvorů, což by mohl být důsledek dodatečného rozšíření. Nepravidelnost rozvržení oken závisí na vnitřní dispozici objektu, na jednotlivých traktech, s výjimkou okna na pravé straně, které směřuje mimo osu tohoto jižního traktu (trakt č. 3), který je zde širší, než na protější severní části stavby.

Pravé nároží hlavního (západního) průčelí stavby je zaoblené a levé nikoliv, naopak v zadním (východním) průčelí je zaoblono pouze nároží na straně ke kostelu (patrně i z obr. 14). Toto lze vysvětlit u zadního (východního) průčelí později odbouraným křídlem, u hlavního (západního) průčelí se zdroj [1] zmiňuje o ohradní zdi, která byla zbořena a navazovala v místě nezaobleného nároží. Okenní konstrukce je čtyřkřídlá s příčnickem a lze předpokládat, že zde bývaly i žaluziové okenice.



***Obr. 17** Zatím neopravená část fasády kolem traktu číslo 6. [1]*



***Obr. 18** Opravená část fasády kolem traktu číslo 6, s pohledem na poničené západní průčelí objektu, část severního průčelí a mansardová střecha s vikýři. [39]
(foto F1 z obr. 16)*

POPIS ZÁPADNÍHO PRŮČELÍ DLE PROVEDENÉ PROHLÍDKY S FOTODOKUMENTACÍ

Pořízení fotografie celého průčelí nebylo možné, protože se před průčelím nachází 3 vzrostlé vysoké smrky.

Na pravém nároží při pohledu na fasádu tohoto průčelí je znatelná bosáž s hrubou povrchovou strukturou. Podle fotografií z posouzení [1] byla bosáž i na levém nároží, nicméně dnes má část fasády kolem traktu 6 opravenou fasádu (obr. 18). Tato částečná oprava fasády objektu mohla proběhnout poměrně „nedávno“, vzhledem k roku 1993, kdy byl vypracován posudek, v němž jsou obsažené fotky této části fasády (obr. 17). V posouzení [6] z roku 2002 již je vidět na fotografiích tato část opravená, tudíž oprava vznikla mezi roky 1993 a 2002. Na této části fasády je možné si povšimnout i ozdobných prvků (šambrány a suprafenestry) kolem okna (obr. 19).

Jedním z viditelných problémů je u západního průčelí odpadlá omítka, a to na poměrně rozsáhlé části průčelí, pod níž je dobře vidět kamenné, místy cihelné zdivo (obr. 20). Cihelné prvky jsou patrné zejména u okenních otvorů. Vyboulení zdi zaznamenané v roce 1993 (zakreslené na pasportu obr. 49) mohlo být v tomto případě pravděpodobně způsobeno oddělením omítky od stěny objektu. Další poruchou jsou trhliny, nacházející se po celé ploše průčelí (obr. 21). Trhliny v horní části průčelí v okolí římsy objektu by mohly svědčit o absenci věnců či ztužení objektu, naopak šikmé trhliny v levé části průčelí by mohly být důsledkem poklesu základů. V pravé části průčelí chybí svod (obr. 49). Ve střeše jsou viditelná prolomení a u okapních žlabů jsou náletové dřeviny. Původ veškerých poruch souvisí převážně se zanedbanou údržbou stavby.

Poruchy zjištěné při prohlídce západního průčelí byly zakresleny do pasportu, který je na obr. 49.



***Obr. 19** Detail okna v západním průčelí z traktu číslo 6. [39] (foto F2 z obr. 16)*



***Obr. 20** Odpadlá omítka na západním průčelí, kamenné zdivo. [39] (foto F3 z obr. 16)*



Obr. 21 Trhliny v západním průčelí objektu v místě římsy, mansardová střecha s vikýřem a glazovanou krytinou. [39] (foto F4 z obr. 16)

6.3.3 Východní průčelí objektu

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [37], [39]

POPIS VÝCHODNÍHO PRŮČELÍ DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

Zadní (východní) průčelí se rozpadá do tří úseků. Levá část je bez otvorů z důvodu navazujícího a později zbořeného křídla. Přibližně uprostřed zbylé části průčelí se nachází vstup do objektu, který dělí zbývající plochu průčelí na dvě části, při čemž v každé jsou dvě okna. V levé části od vstupu jsou okna blíže u sebe, v pravé části jsou ve větším odstupu, což opět souvisí s dispozicí půdorysu, ale i s přestavbami, kterými si stavba prošla. Průčelí je v místě vstupu poškozeno z důvodu zřícení mělkého rizalitu, který byl pouze přízdívkou o tloušťce asi 15 cm. Rizalit byl zřejmě součástí klasicistní přestavby mezi léty 1803 až 1840. Již v posudku [1] je psáno, že rizalit je od budovy odpadlý a zdivo, z něhož byl přistaven, leží před vchodem do budovy (obr. 22). Rizalit se zřítíl nejspíše někdy kolem roku 1993. Odpadnutí mohlo být způsobeno například jeho chybným návrhem a provedením, zatékáním vody, jistý vliv mohla mít také svažitosť terénu od budovy, případně vodorovný tlak kleneb, ale i zanedbání údržby objektu.

Vstup má dřevěnou zárubeň s prkenným bedněním, nad vstupem je nízký po stranách půlkruhy ukončený nadsvětlík s mříží, tyto prvky jsou dobře patrné i na fotografii z prohlídky objektu, a to na obr. 24. Rizalit vrcholil trojúhelníkovým tympanonem, klasicistním prvkem, po kterém však už v dnešní době nenajdeme žádný náznak. Na obr. 22 si lze všimnout části střechy, která spočívala nad tímto dnes odpadlým tympanonem. Klasicistní je také nadsvětlík s mříží a vrata vstupu do objektu.

Vzhledem k odpadlému rizalitu a omítce u východního průčelí můžeme vidět, že se v místě průčelí jedná o zazděné arkády (obr. 22, obr. 24). Tento úsudek také potvrzuje [1] a konstatuje, že průčelí obsahovalo před přestavbou na pravé straně tři arkády, při čemž v první byl realizován po přestavbě vstup, další pokračovaly od tohoto oblouku směrem na pravou stranu, až k severní části stavby. Arkády byly zazděny spolu s přizděním rizalitu, a to v rámci zmíněné klasicistní přestavby.

Okna mají podobnou konstrukci jako již výše zmíněná a v tomto průčelí jsou vzhledově stejná, mají však rozdílnou funkci. První okenní otvor vlevo od vstupu je asi ze třetiny výšky zmenšen a zazděn. Okna v tomto průčelí byla rámována prostými pásovými šambránami se středovými klenáky ve vrcholu.



Obr. 22 Pohled na vstup a část, kde navazovalo odbourané křídlo. Lze si všimnout odpadlého zdiva rizalitu a v místě bývalého křídla kotvící závlače. Také je jasně vidět oblouk arkády a střecha, která stále opisuje tvar tympanonu, který se nacházel nad vstupem. Fotka z posudku z roku 1993. [1]

POPIS VÝCHODNÍHO PRŮČELÍ DLE PROVEDENÉ PROHLÍDKY S FOTODOKUMENTACÍ

Fotka celkového průčelí je na obr. 23.

Po odpadnutí tympanonu a rizalitu u vstupu objektu (obr. 24), byla zřejmě tahle část budovy dlouho neudržovaná. I když si lze dnes všimnout lehkého zapravení střechy v místě tympanonu, dřevěné prvky i zdivo jsou již velice poškozeny vlhkostí a zatékáním dešťové vody (obr. 25). Důsledkem zatékání je zřejmě také eroze malty ze spár zdiva (obr. 25). Okapní žlaby u střechy v celé délce průčelí chybí, anebo jsou poškozeny.

Další poruchy zaznamenané ve východním průčelí objektu z důvodu zanedbané údržby jsou zejména vypadlé a uvolněné části zdiva (obr. 28 uvolněný roh zdiva), přízdívek, soklu a omítky. Díky zatékání hrozí zřícení části římsy. Trhliny v pravé části průčelí jsou zřejmě opět způsobeny nedostatečným ztužením objektu, naopak trhliny v místě bývalé přístavby (obr. 27) svědčí nejspíše o odklánění později přistavěné zdi od objektu, což je pravděpodobně způsobeno buď nedostatečným založením a charakterem terénu v místě novější zdi, anebo, což se jeví jako pravděpodobnější varianta, byla zeď odtlačena klenbou, která se po odtlačení zřítila do malého prostoru v traktu číslo 3. Původ této varianty je podpořen i ztužením, viditelném na obr. 22 a 26, které bude ještě podrobněji popsáno níže. Poruchy zjištěné při prohlídce východního průčelí byly zakresleny do pasportu, který je na obr. 50.



Obr. 23 Pohled na východní průčelí. [39]



Obr. 24 Vstup do objektu na východním průčelí, stěna po odpadnutí rizalitu. Vidět lze zazděný oblouk arkády. [39] (foto F5 z obr. 16)



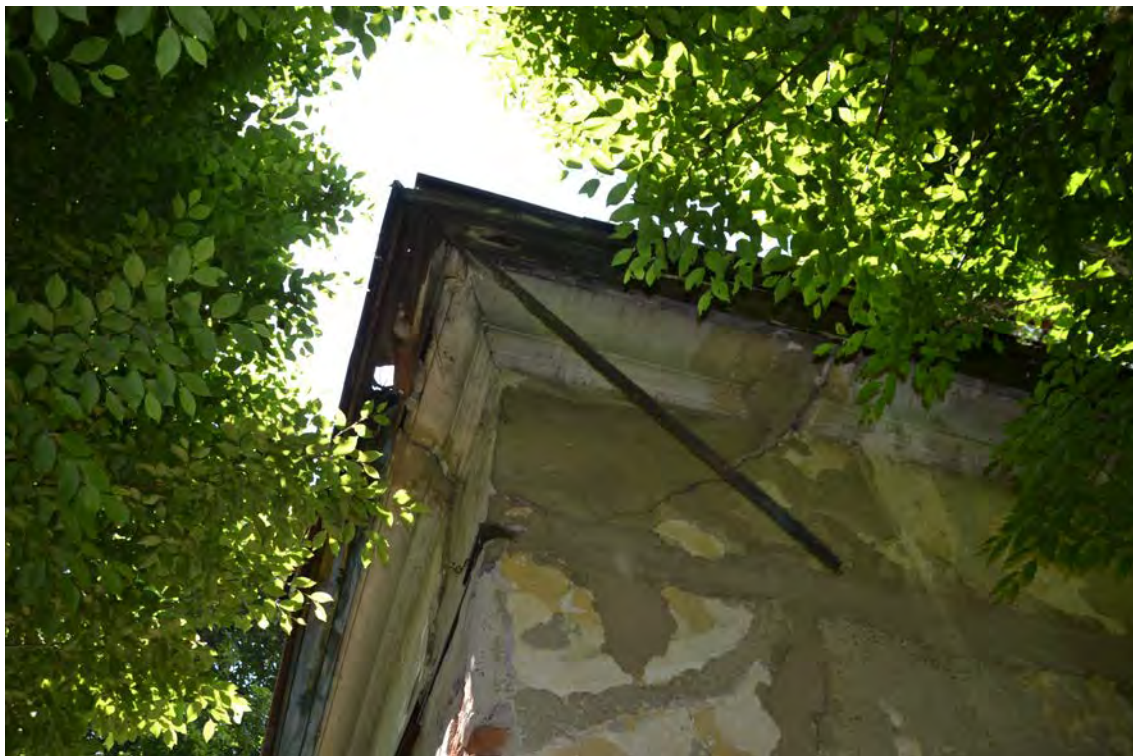
Obr. 25 Provizorně zapravená část střechy v místě bývalého tympanonu. Dřevěné prvky i zdivo poškozené vlhkostí a zatékáním. [39] (foto F6 z obr. 16)



Obr. 26 Detail ztužení v levé části východního průčelí. [39] (foto F7 z obr. 16)



Obr. 27 Výrazná trhлина v levé části východního průčelí. [39] (foto F8 z obr. 16)



Obr. 28 Odtržení zdiva rohu (nároží východního a jižního průčelí). [39] (foto F9 z obr. 16)



*Obr. 29 Pohled na jižní průčelí zámku. Nároží se západním průčelím, viditelná bosáž.
[39] (foto F10 z obr. 16)*

6.3.4 Jižní průčelí

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [37], [39]

POPIS JIŽNÍHO PRŮČELÍ DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

Jižní průčelí obsahuje dvě okna bez jakýchkoli ozdobných prvků. Pravá část jižního průčelí je opatřena válcovaným profilem s upnutými ocelovými táhly, zajišťujícími klenbu (obr. 30). Zeď jižního průčelí je viditelně vyboulena, zhruba v místě paty valené klenby. Podél východního rohu štítu probíhá po celé výšce zdi trhlina, která od sebe odděluje zdi jižního a východního průčelí.

POPIS JIŽNÍHO PRŮČELÍ DLE PROVEDENÉ PROHLÍDKY S FOTODOKUMENTACÍ

Pohled na jižní průčelí je na obr. 29. Ztužení jižního průčelí je napojeno ke ztužení ve východním průčelí (obr. 30; obr. 31). Toto ztužení zřejmě v důsledku malé kvality zdiva již nemůže být trvale účinné.

Kromě odpadlé omítky je u tohoto průčelí závažným problémem oddělené zdivo na rohu s východním průčelím, které je již zmíněno v minulých posouzeních (obr. 32). Část zdiva nároží je také již odpadlá. Důvodem bude zřejmě špatné provázání zděné části s kamennou, ale i objemové změny, podpořené slabou údržbou stavby. Nezanedbatelný vliv bude mít také fakt, že se jedná o nároží v místě bývalé odbourané přístavby. Opět zde jsou patrné i svislé trhliny svědčící o absenci ztužujících věnců. Okapní žlaby jsou u průčelí poškozené, nebo žádné. Římsa je na několika místech odpadlá.

Poruchy zjištěné při prohlídce jižního průčelí byly zakresleny do pasportu, který je na obr. 51.



Obr. 30 Pohled na část jižního průčelí stavby. Viditelné vyboulení I profilu, odpadlá římsa a omítka. [39] (foto F11 z obr. 16)



Obr. 31 Detail ztužení na rohu jižního a východního průčelí stavby. [39]



*Obr. 32 Detail odděleného zdiva na rohu jižního a východního průčelí stavby. [39]
(foto F12 z obr. 16)*

6.3.5 Severní průčelí

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [11], [37], [39]

POPIS SEVERNÍHO PRŮČELÍ DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

V bočním (severním) průčelí se nachází jen dvě slepá okna, rámovaná pásovými šambránami. Posudek [3] říká, že je při severní štítové zdi přizděna cihelná zeď o tloušťce 0,45 m, celková tloušťka zdi je tedy 1,25 m.

POPIS SEVERNÍHO PRŮČELÍ DLE PROVEDENÉ PROHLÍDKY S FOTODOKUMENTACÍ

Na severní části objektu kolem traktu číslo 6 byla relativně nedávno opravena fasáda (obr. 18). V pasportu si lze všimnout několika svislých trhlin, zřejmě z absence vodorovného ztužení stavby, či objemových změn. Dalším viditelnějším problémem je zde

vlhké zdivo po celé šířce průčelí, které je zakreslené jak v pasportu (obr. 51), tak patrné i na obr. 18.

6.3.6 Základové konstrukce

Podklady pro tuto kapitolu jsou [2], [3]

POPIS ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

Podle [2] jsou základy zřejmě provedeny z kamene na „chudé pojivo“ z vápna a kopaného písku. Šířka ani hloubka základů není známa, nicméně hloubka, podle [2] nebude dostatečná z hlediska promrzání základové spáry. Posudek [3] se opírá o provedené sondy, a zmiňuje hloubku základového pasu u severního štítu cca 1,25 m, u jižního štítu pouze 0,6 m. Vnitřní zdi jsou založeny dle [3] v hloubce 1,15 m. Základy nejsou odizolovány proti účinkům zemní vlhkosti, takže může docházet ke vzlínání vody. Základy jsou podle [2] bez poruch, jelikož nebyla zjištěna žádná porucha způsobená jejich chybným návrhem, či provedením.

6.3.7 Svislé konstrukce, půdorys 1. NP

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [11], [37], [39]

POPIS SVISLÝCH KONSTRUKCÍ A PŮDORYSU 1.NP DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

Obvodové zdi jsou mohutné, z kamene a cihel na vápenné pojivo. Posudek [2] říká, že příčné vnitřní zdivo je také kamenné a cihelné s vápenným pojivem. Stavebním kamenem je zde dle [3] pískovec, ale i jiné velmi měkké kameny (západní průčelí). Vápenná malta je dle [3] zvětřalá. Tloušťka nosných stěn se dle [3] pohybuje v rozmezí od 700 mm až po 1250 mm. Na obr. 14 v kapitole 6.2. Historie objektu je zobrazeno rozdělení svislých konstrukcí objektu podle doby vzniku. Toto rozdělení odpovídá historickému vývoji objektu.

Vstupní, podélná část, označená číslem 1 (obr. 15), byla v minulosti prostorem ohraničeným arkádou (viz kapitola 6.2). Dva nepřerušené příčné trakty, označené čísly 2 a 3 jsou vlevo od vstupu. Trakt označený číslem 2 obsahuje vnitřní nosnou zeď, která ho dělí přibližně v první třetině od východního průčelí. Poblíž východní stěny traktu číslo 3 je nepřístupná mělká část, která lze vysvětlit ze souvislosti s odbouráním navazujícího křídla, při čemž zdi nyní odsazené od východního průčelí zřejmě přiléhal rozsáhlejší prostor. Podle zdroje [1] je zřejmé, že obvod zaniklého křídla navazoval na zeď mezi částí 2 a 3 a

trakt s číslem 3 je starší než ostatní části objektu, mimo jiné i z důvodu, že pokračoval souvisle do bočního křídla nádvoří. Také si můžeme povšimnout, že je trakt 3 mírně konický, což je opět zřejmě způsobeno souvislostí s navazujícím odbouraným křídlem. Ostatní trakty mají rozdílné šířky, a to z důvodu rozdílných funkcí. Ostatní (severní) část objektu byla přistavěna v další stavební etapě. Neznámým prostorem je trakt číslo 6. Je možné, že mohl sloužit do výstavby kostela jako kaple. Kromě lodžie byly všechny prostory otopné, dokládají to charakteristické niky s konchami, ve kterých bývala kamna, navazující na přilehlé komíny. V traktu 3 býval komín ve střední příčné zdi.

Dle průzkumu [1] prakticky neexistuje ohrožení objektu vlhkostí, kromě zatékání srážkové vody. S tímto názorem už dnes nelze souhlasit.

POPIS SVISLÝCH KONSTRUKCÍ A PŮDORYSU 1.NP DLE PROVEDENÉ PROHLÍDKY S FOTODOKUMENTACÍ

Na základě prohlídky lze konstatovat, že se jedná o zdivo smíšené. Díky odpadlé omítce lze potvrdit, že obvodové zdivo je převážně kamenné, méně pak cihelné, vnitřní stěny jsou tvořeny ze zdiva cihelného.

V místě odbouraného křídla, kde se nachází dodatečně postavená zeď (jižní část východního průčelí v místě traktu číslo 3) si lze povšimnout stažení pomocí kleštín a závlačí s táhly (obr. 26). Toto stažení bylo realizováno z důvodu odklánění zmíněné zdi, a je kotveno přes nevyužívaný prostor traktu číslo 3 ke zdi, oddělující tento prostor od obytné místnosti tohoto traktu. Jak bylo psáno výše, jedna z nejpravděpodobnějších příčin odklánění je odtlačení zdi klenbou. Klenba se po velkém odtlačení propadla do nevyužívané části (obr. 35). Technologicky podobné kotvení se nachází i na straně jižního průčelí stavby (obr. 30, obr. 31), kde je velmi dobře patrný válcovaný profil, poměrně dost zdeformovaný, který zde plní funkci závlače (obr. 30). Je zde zřejmě opět z důvodu roztlačování zdi traktu číslo 3 klenbou. Stažení těmito kleštínami mohlo být provedeno až po zaznamenání zmíněného odklánění zdi jako následná „oprava.“

Na některých zdech byly zjištěny zbytky asfaltové izolace (obr. 33). Při vizuální prohlídce byly dále zjištěny vlhké zdi i klenby (obr. 34). Cihly byly na několika místech rozrušeny pravděpodobně kvůli účinkům vlhkosti a promrzání (obr. 33).



Obr. 33 Zbytky asfaltové izolace zděných stěn. Rozpadající se zdivo. [39]

(foto F14 z obr. 16)



Obr. 34 Vlhká zed' mezi trakty 2 a 4. [39] (foto F15 z obr. 16)



Obr. 35 Pohled do nevyužívané části traktu číslo 3. Vlevo pohled nahoru, ve spodní části fotografie je vidět ocelové táhlo. Na fotografii vpravo - pohled dolů - jsou zbytky propadlé klenby. [39] (foto F13 z obr. 16)

6.3.8 Stropní konstrukce

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [11], [37], [39]

POPIS STROPNÍCH KONSTRUKCÍ DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

Stropní konstrukce jsou v objektu řešeny klenbami z pálených cihel, dle [2] na vápenné pojivo, s rubovými ztužujícími žebry, bez násypů. Posudek [3] říká, že jsou klenby zasypány násypy. Klenby mají v každém traktu jiný charakter. V traktech označených čísly 3, 4 a 5 jsou klenby valené s trojúhelnými výsečemi na hranách neobvyklým způsobem zaoblenými. Zaoblení hran je zřejmě snad krajovou specifikou, či dodatečnou povrchovou úpravou. Tloušťka klenby je 300 mm na rubu vyztužené klenebními pasy výšky 450 mm, šířky 600 mm. Posudek [3] zmiňuje tloušťku klenby 150 mm. Odlišný charakter má příčně valená klenba traktu s číslem 2, v obou částech traktu je oválně valená klenba s pětibokými výsečemi s přesnými hranami. Je možné, že stropní konstrukce nad tímto traktem vznikla dodatečně a to při přestavbě po roce 1769, což podporuje odvážnější domněnka, že v tomto

místě mohla bývat vstupní síň s průjezdem, později předělaná na dvě místnosti, viditelné v půdorysu. Tuto domněnku podporuje i obr. 14 s rozdělením svislých konstrukcí podle doby vzniku. Poslední typ klenby se rozprostírá nad zrušenou lodžii, jedná se o tři placky s dělicími pasy. Dle zdroje [1] zřejmě tyto tři typy kleneb nevznikly v jedné etapě, ale jsou výsledkem minimálně dvou stavebních etap. Na půdě byly zjištěny také stopy starší zaniklé klenby, která zřejmě náležela jinému navazujícímu útvaru. Koncový trakt s číslem 6 je plochoštopý, v půdoryse ke střední zdi polokruhově ukončený. Podle zdroje [1] se zdá pravděpodobné, že strop skrývá ocelové nosníky. Posouzení [3] mluví zase o možných dřevěných trámech. V posudku [2] se píše, že i v tomhle traktu mohla být v minulosti klenba. Výšky prostorů jsou 3300 až 3600 mm, patky kleneb 1500 až 1600 při různých rozpětích, což zajišťuje jednotku výšky stěn.

Posudek [2] hodnotí vnitřní klenby jako bez poruch, z důvodu vzájemného vyrušení účinku vodorovných sil, avšak klenba v krajní místnosti s číslem 3 má již pronesený vrchol a v omítce opravované trhliny. Plochá klenba nad vstupem je dle [2] silně poškozena od účinků mrazu, z důvodu zatékání vody, dochází zde k rozpadu cihel. V místě navázání klenby do obvodové zdi se nachází trhlina, porušení je v místě styku s obvodovou zdí. Tyto trhliny by mohly být způsobeny sedáním základů později zazděných oblouků arkády. Celkově jsou klenby podle [2] hodnoceny jako vyhovující bez výrazných statických poruch, ovšem s názorem, že by při případné rekonstrukci mělo být navrženo ztužení objektu v rovině římsy. Za havarijní jsou dle [3] považovány klenby nad traktem číslo 1.

POPIS STROPNÍCH KONSTRUKCÍ DLE PROVEDENÉ PROHLÍDKY S FOTODOKUMENTACÍ

Vizuální prohlídka kleneb opět prokázala nedostatky a poruchy. Nejvýznamnějším porušením jsou trhliny ve vrcholech kleneb (nad traktem číslo 3; obr. 38). Podle provedené pasportizace je různými typy trhlín porušena každá klenba v objektu, jedná se však převážně o zmíněné trhliny ve vrcholech kleneb. Klenby v části 1 jsou poškozené zejména trhlínami v místech napojení k východní obvodové zdi, o kterých již bylo zmíněno. Klenba nad vchodovou částí traktu číslo 1 je poškozena i trhlínou ve vrcholu (obr. 36). Nad okny traktu číslo 3 směřujícími na jih jsou trhliny (obr. 37). Klenba v části číslo 4 je porušena sítí trhlín, na obr. 39 je vidět široká trhlina v této klenbě. Na detailu (obr. 40) je zřetelně poznat vyplnění této široké trhlíny dřevěnými prvky. Dalším problémem je opět vlhkost působící na zdivo v některých klenbách, například na obr. 41 u klenby nad traktem číslo 4, dále začíná vlhkost působit u klenby nad traktem číslo 2 (obr. 35). Ze statického hlediska jsou poruchy způsobené s největší pravděpodobností roztlačováním podpěrných zdí

klenbami, s následnou tvorbou trhlin v klenbách. Tomuto porušení nahrává i absence ztužení stavby táhly nebo věnci. Trhliny ve stropních konstrukcích jsou uvedeny v pasportu na obr. 52.



Obr. 36 Trhlina ve vrcholu klenby nad traktem číslo 1, vlevo nad částí se vstupem. [39]
(foto F16 z obr. 16)



Obr. 37 Trhlina mezi klenbou nad traktem 3 a obvodovou zdí jižního průčelí. Viditelné je i táhlo ztužení klenby tohoto traktu. [39] (foto F17 z obr. 16)



Obr. 38 Trhlina ve vrcholu klenby nad traktem číslo 3. [39] (foto F18 z obr. 16)



Obr. 39 Trhlina v klenbě nad traktem číslo 4. [39] (foto F19 z obr. 16, označení provedeno křížkem, z důvodu pohledu nahoru)



***Obr. 40** Detail trhliny v klenbě nad traktem číslo 4. [39]*



***Obr. 41** Vlhké zdivo klenby nad traktem číslo 4. [39] (foto F20 z obr. 16)*

6.3.9 Schodiště

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3]

POPIS SCHODIŠTĚ DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

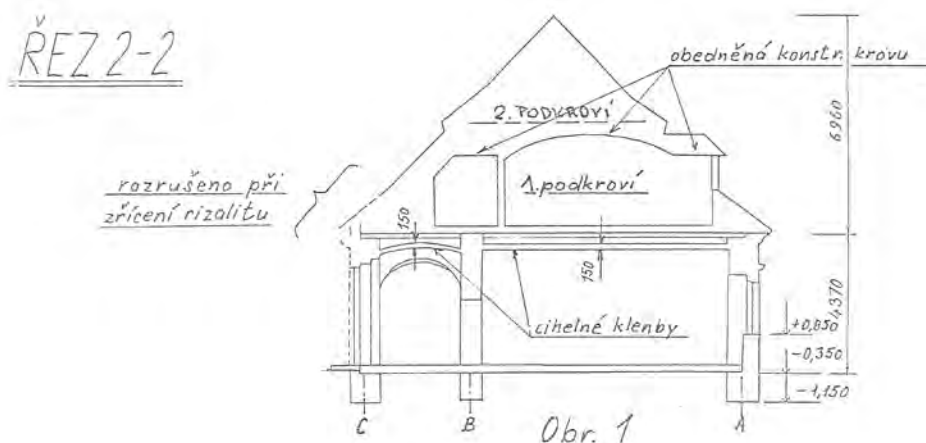
Schodiště na půdu bylo dodatečně vloženo a zřejmě nahradilo starší schodiště ve zbořeném křídle. Klenba, nacházející se původně v místě schodiště byla prolomena, a její okraje jsou podél otvoru podezděny schodišťovou zdí.

6.3.10 Podkroví a střecha

Podklady pro tuto kapitolu jsou [1], [2], [3], [5], [6], [7], [8], [9], [11], [37], [39]

POPIS PODKROVÍ A STŘECHY DLE DOSTUPNÝCH POSUDKŮ

Podkroví je rozděleno na 2 části (obr. 42). První podkroví obsahuje obklad a podhledy s prkenným historizujícím deštěním (obr. 43). Vzniklo někdy v 19. století. Na hambálcích nad stropem podkroví je uložena další prkenná podlaha (dle [3]). Už posouzení [2] z roku 1993 říká, že je tento záklop zcela devastován tlením a červotočem. Horní část půdy (druhé podkroví) je přístupná po schodišti z prvního podkroví.



Obr. 42 Řez zámečkem. 1. podkroví je obloženo prkny, 2. podkroví je pouze jako půdní prostor. [6]

Střecha je mohutná mansardová s valbovou úpravou s novodobou pálenou krytinou, drážkovou, s glazovaným povrchem a dvěma zámky. Výrobce krytiny je firma Heinrich Czeike, Kunwald, Neutitschein. Střecha pochází pravděpodobně z pozdního 18. století, pronikají jí hmotné vikýře s valbovými stříškami a s žaluziovými křídly. Glazovaná krytina byla osazena kolem roku 1900. Na zhlavích příčných zdí jsou uloženy v podélném směru

dřevěné trámy, na nich pak další příčné trámy, které jsou součástí konstrukce krovu a nesou fošnovou podlahu. Krov je vaznicový, krokve ve vzdálenosti 1400 mm, což svědčí o starší šindelové krytině (obr. 48). Vlastní krokve a dřevěné prvky jsou dle [2] z hlediska statiky poddimenzované pro těžkou krytinu. Dřevo krovu je evidentně napadeno dřevokazným hmyzem. Již v posudku [2] je psané, že dřevo krovu je v místě zříceného rizalitu zcela devastováno a i při pohledu z exteriéru je střešní rovina krytiny deformována.

POPIS PODKROVÍ A STŘECHY DLE PROVEDENÉ PROHLÍDKY S FOTODOKUMENTACÍ

Na prkna deštění na mnoha místech zatéká a jsou místy značně ztrouchnivělá (obr. 43, obr. 44). Hřeben střechy je provizorně oplechován, stejně jako část bývalého tympanonu. Ze strany východního průčelí je střecha oplechována i v místě nad traktem číslo 3 (viz pasport obr. 50). Střešní plášť je viditelně zvlněn a na některých místech prolomen z důvodu prohnitých dřevěných prvků krovu (obr. 47, obr. 48). Dřevo podlahy ve druhém podkroví je na mnoha místech ztrouchnivělé a rozpadlé (obr. 45). Krokve jsou na několika místech provizorně podepřené (obr. 46), což svědčí o malé únosnosti krovu vůči těžké pálené krytině, která je místy i propadlá do půdního prostoru (obr. 45). Pod pálenou krytinou jsou stále uloženy dřevěné šindele (obr. 48). Po celém obvodu budovy chybí, nebo jsou poměrně dost poškozeny okapní žlaby a svody.



Obr. 43 Prkenné deštění v podkrovní části zámku, viditelné jsou náznaky po zatékání a odloupený nátěr. [39]



***Obr. 44** Ztrouchnivělá část deštění v prvním podkroví. [39]*



***Obr. 45** Podlaha půdního prostoru nad podkrovní vestavbou (druhé podkroví). Rozpadlé desky podlahy, propadlá krytina. [39]*



Obr. 46 Podepření krokví ve druhém podkroví objektu. Porušená podlaha. [39]



Obr. 47 Prolomení střechy. Poškození zatékáním a vlhkostí. Ve spodní části poškozené zhlaví příčného trámu. [39]

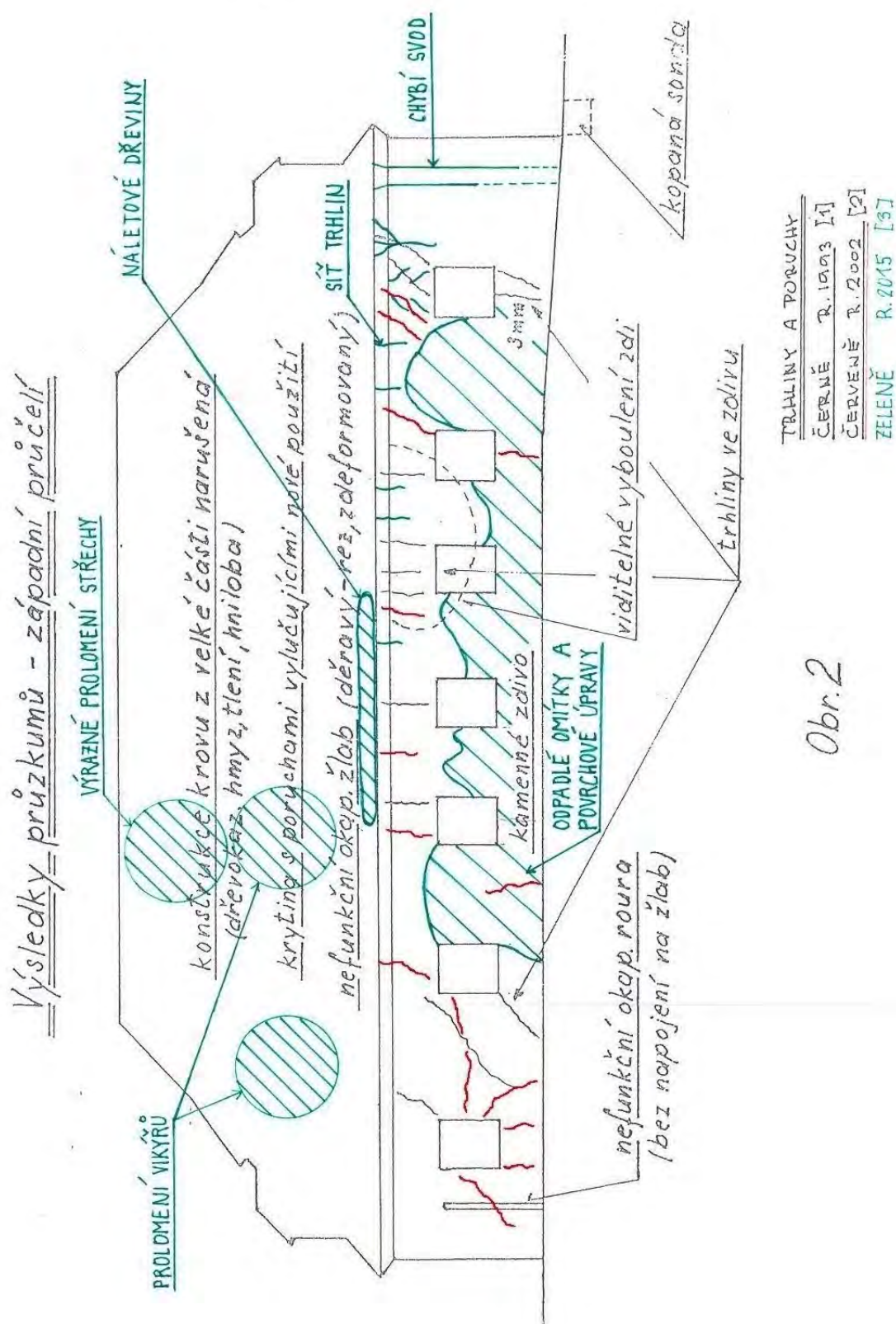


Obr. 48 *Provizorní oprava střechy. Pod pálenou krytinou je stále šindelová krytina. [39]*

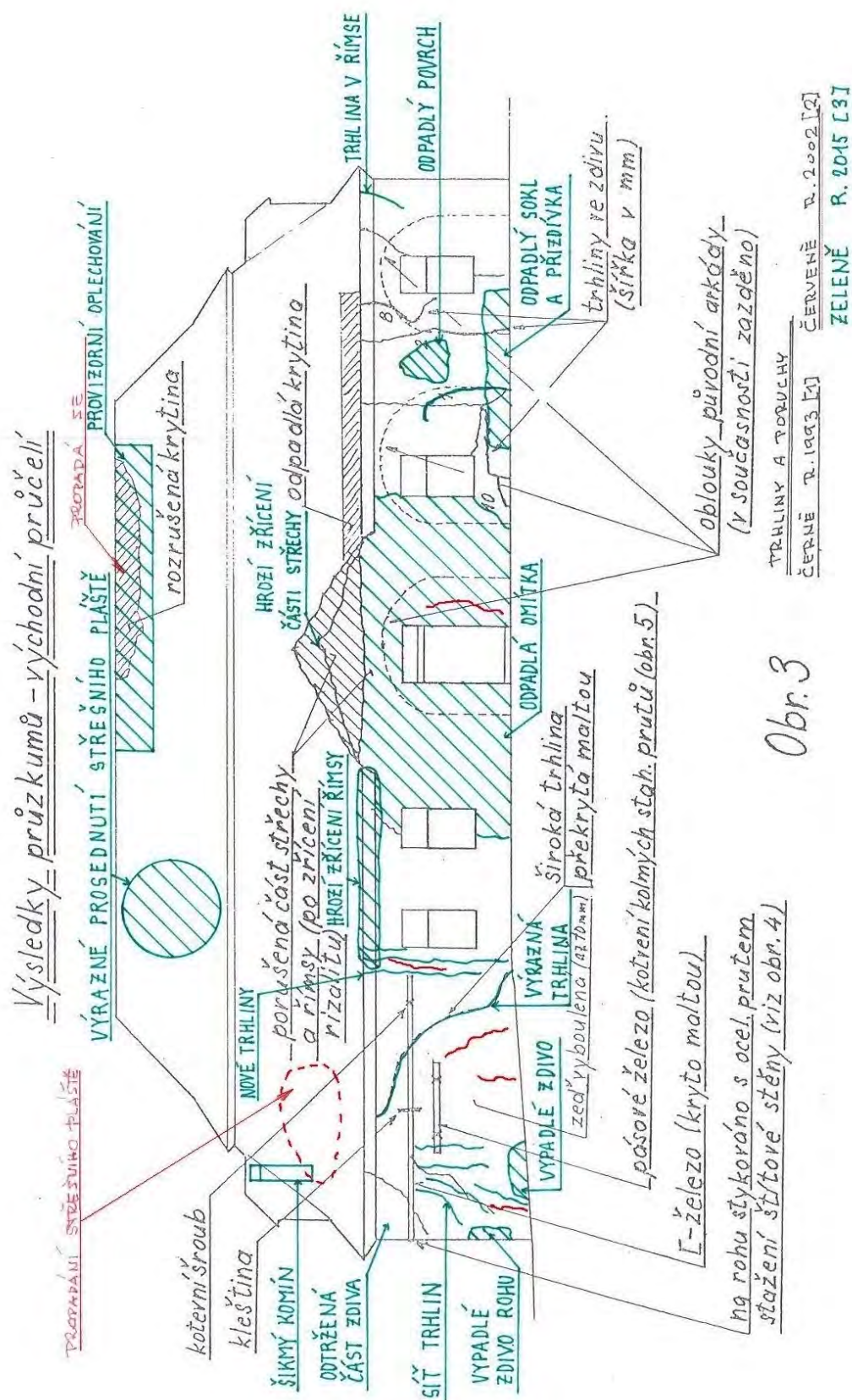
6.3.11 Pasport poruch objektu

Podklady pro tuto kapitolu jsou [3], [6], [37], [39]

V rámci předběžné prohlídky byl zpracován pasport poruch s jejich zakreslením do výkresových schémat. Pasport obsahuje záznamy z let 1993 (černou barvou), 2002 (červenou barvou) a 2015 (zelenou barvou) a je na něm tedy názorně vidět časový průběh porušení. Schémata jsou na obr. 49 až obr. 52.



Obr. 49 Pasport poruch objektu z pasportizací poruch v letech 1993, 2002 a 2015. Pohled na západní průčelí stavby. [6]

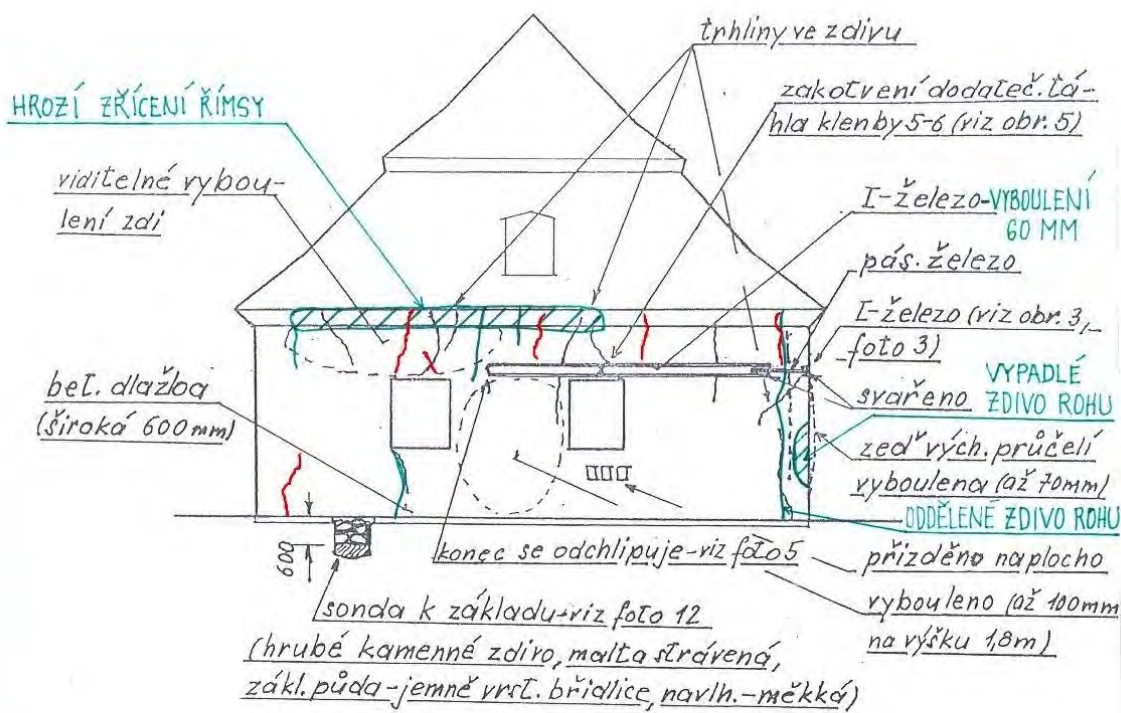


Obr. 50 Pasport poruch objektu zaznamenaný z pasportizací v letech 1993, 2002 a 2015.

Pohled na východní průčelí stavby. [6]

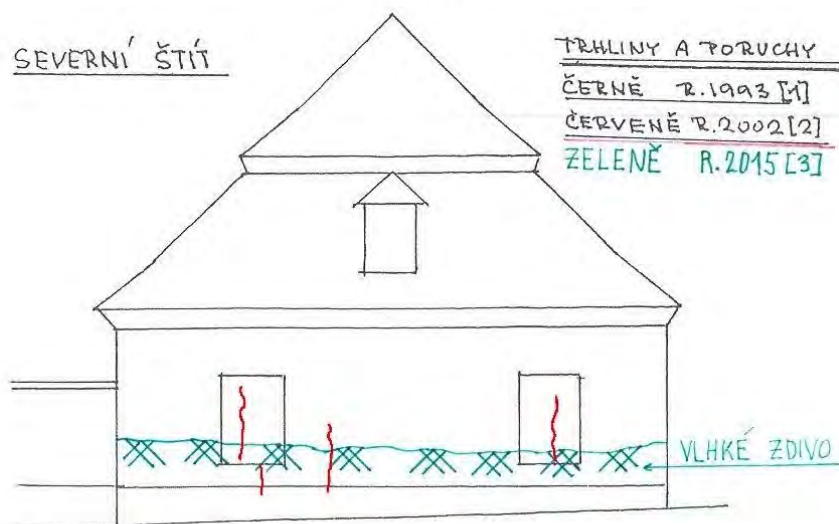
Výsledky průzkumů [1,2],[3]

Jižní štít



Obr. 4

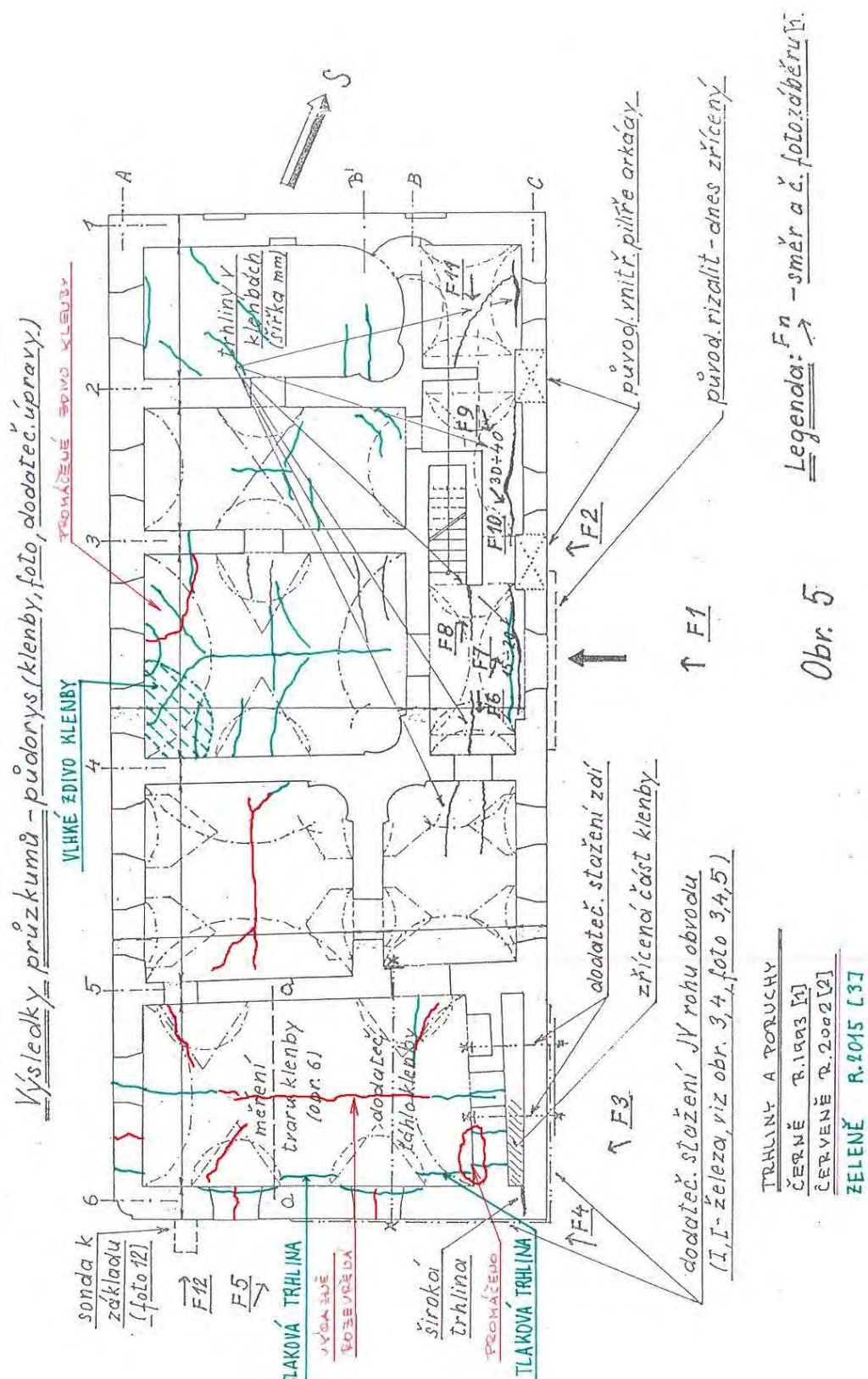
SEVERNÍ ŠTÍT



OBR. 6

Obr. 51 Pasport poruch objektu zaznamenaný z pasportizací v letech 1993, 2002 a 2015.

Pohled na jižní a severní průčelí stavby. [6]



Obr. 52 Pasport poruch objektu zaznamenaný z pasportizací v letech 1993, 2002 a 2015.

Půdorys objektu s vyznačenými trhlinami v klenbách. Vstup je označen šipkou přibližně uprostřed strany. [6]

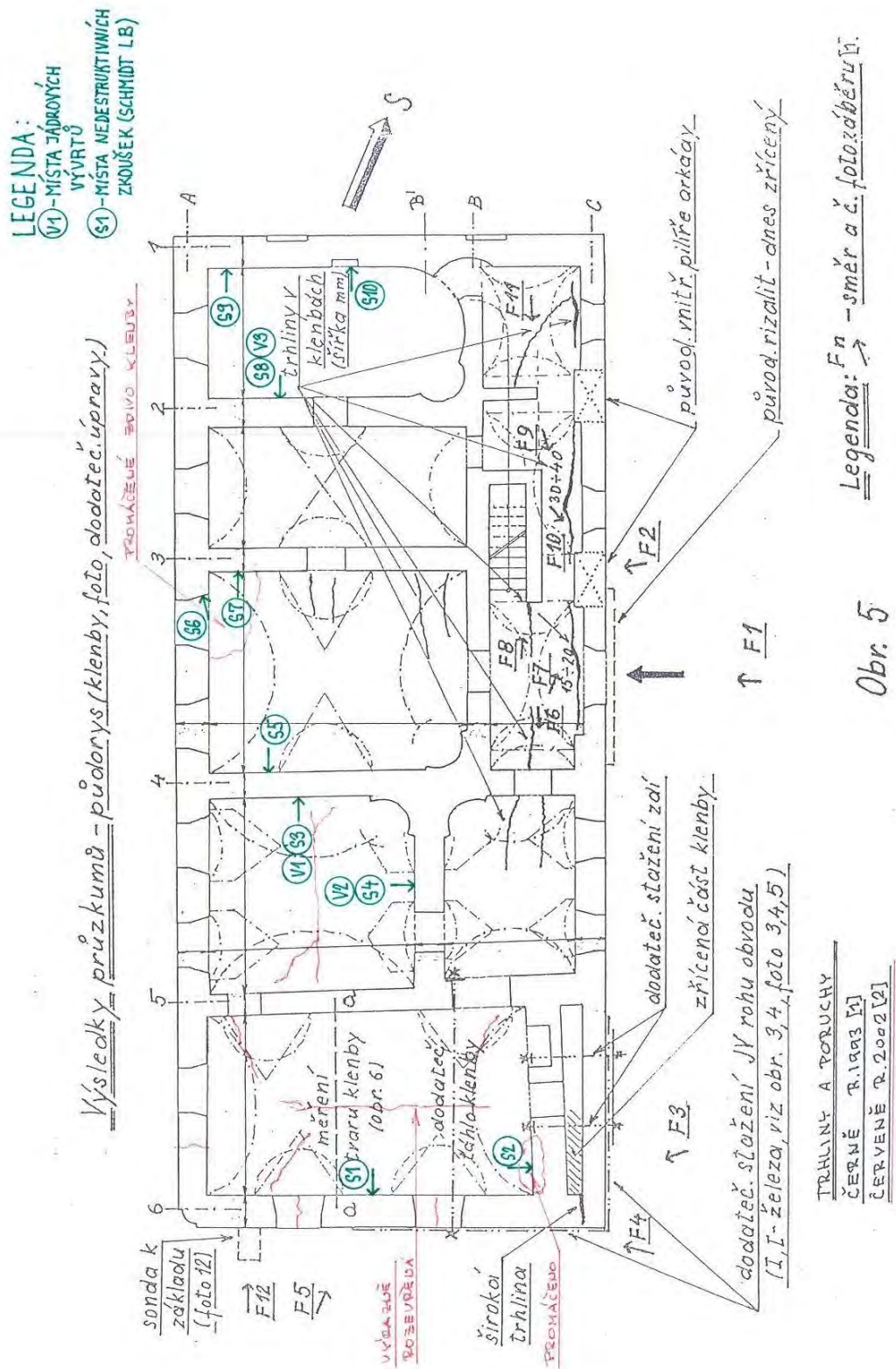
6.4 Průzkum nosných konstrukcí

Podklady pro tuto kapitolu jsou [34], [37], [38], [39]

Plán průzkumu nosných konstrukcí se odvíjel od charakteru objektu – nemovitá kulturní památka a byl navržen co nejšetrněji ke konstrukci. Průzkum krovu a dřevěných prvků nebyl součástí průzkumu nosných konstrukcí, a to hlavně z důvodu havarijního stavu. Cílem průzkumu nosných konstrukcí bylo zjistit stav zděných konstrukcí, pro jejich případnou rekonstrukci. V rámci průzkumu nosných konstrukcí záměčku byly provedeny in-situ tvrdoměrné zkoušky pevnosti v tlaku na cihelných prvcích a zkoušky pevnosti malty ve spárách. Pro tvrdoměrné zkoušky byl použit Schmidt LB a pro zkoušky malty Kučerova vrtačka. Z konstrukce bylo dále odebráno několik zdicích prvků, a to za účelem upřesnění pevnosti v tlaku v rámci použití tvrdoměrné metody. Další činností provedenou v terénu bylo odebrání 3 jádrových vývrtů, za účelem zjištění skladby zděných stěn s následnou zkouškou zkušebních těles v laboratoři. Pouze orientačně byla provedena sonda k základovým konstrukcím objektu.

6.4.1 Umístění a dokumentace sond

Umístění sond je zobrazeno na obr. 53. Bližší specifikace sond je uvedena v tabulce 5. Místo odběru maltových vzorků pro výrobu zkušebních krychlí je na obr. 54 a obr. 55.



Obr. 53 Místa provedených sond, zakreslená v půdorysu 1.NP objektu. Písmena S odpovídají místům sond, kde byly provedeny zkoušky tvrdoměrné, případně i zkoušky malty ve spárách a písmena V odpovídají provedeným jádrovým vývrtům. Půdorys z [6].

Tabulka 5 Specifikace provedených sond. Fotky z [39].

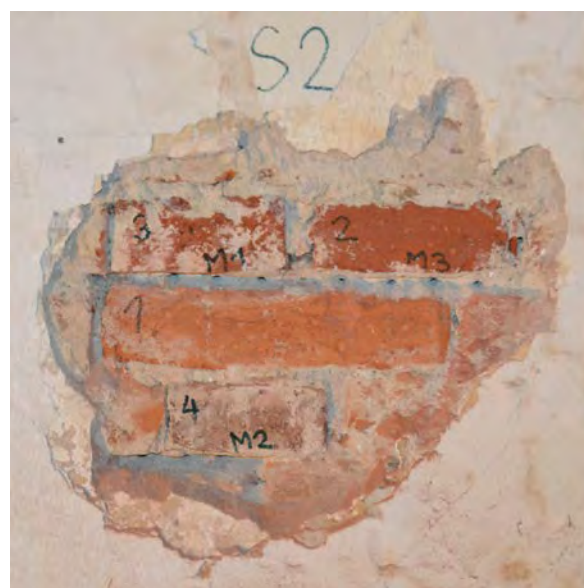


Název sondy: **sonda S1**

Číslo traktu: 3

Zkoušky tvrdoměrem: 2 prvky

Maltové zkoušky: 1 spára



Název sondy: **sonda S2**

Číslo traktu: 3

Zkoušky tvrdoměrem: 4 prvky

Maltové zkoušky: 3 spáry



Název sondy: **sonda S3**

Číslo traktu: 2 (větší místnost)

Zkoušky tvrdoměrem: 5 prvků

Maltové zkoušky: 2 spáry

Vývrt: vývrt V1



Název sondy: **sonda S4**

Číslo traktu: 2 (větší místnost)

Zkoušky tvrdoměrem: 3 prvky

Maltové zkoušky: 2 spáry

Vývrt: vývrt V2



Název sondy: **sonda S5**
 Zkoušky tvrdoměrem: 3 prvky
 Maltové zkoušky: -
 Číslo traktu: 4



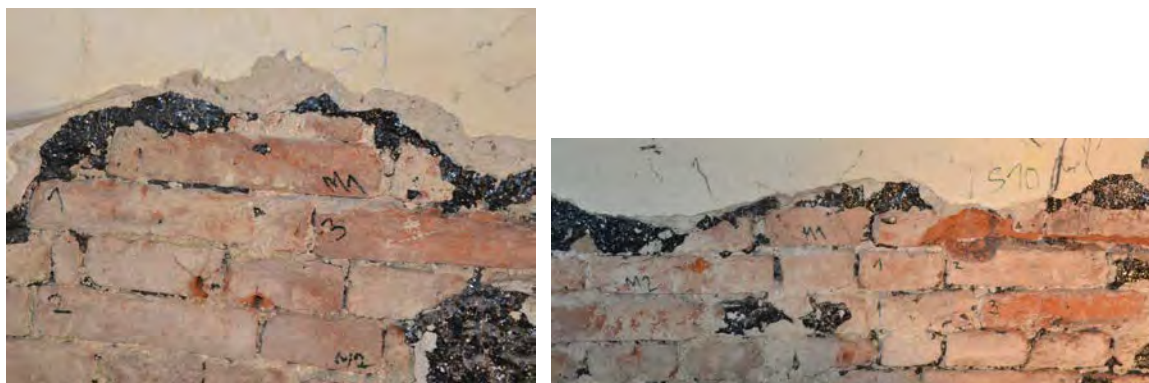
Název sondy: **sonda S6**
 Zkoušky tvrdoměrem: 4 prvky
 Maltové zkoušky: 3 spáry
 Číslo traktu: 4



Název sondy: **sonda S7**
 Zkoušky tvrdoměrem: 5 prvků
 Maltové zkoušky: 2 spáry
 Číslo traktu: 4

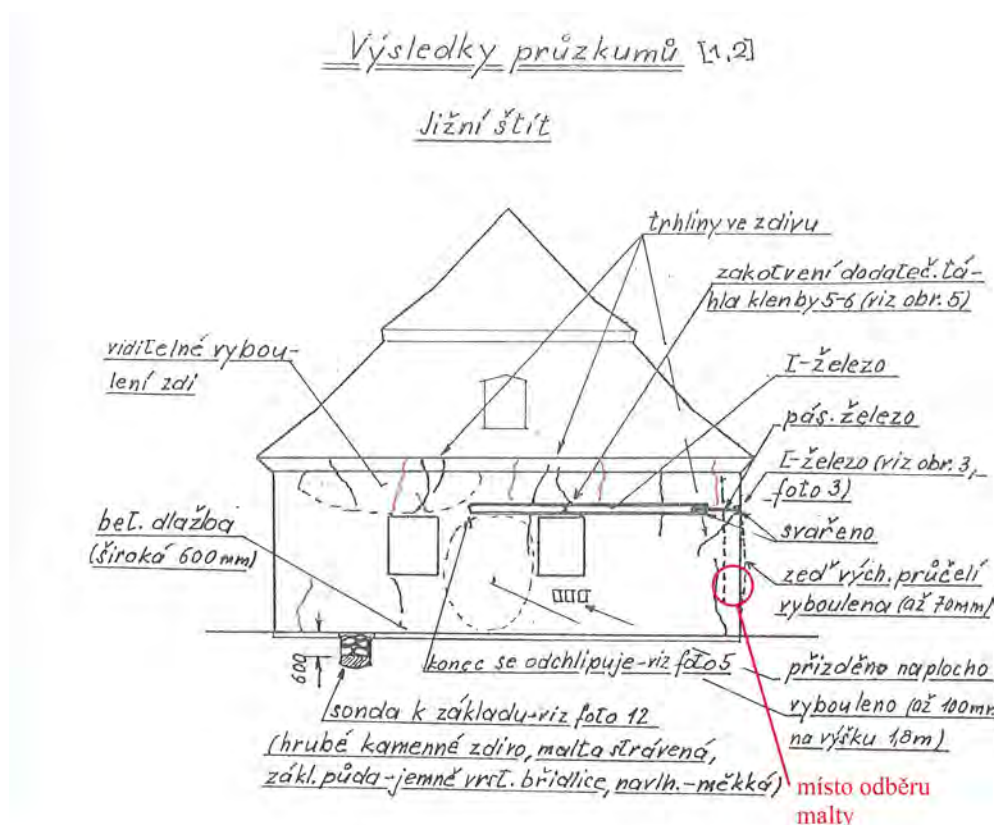


Název sondy: **sonda S8**
 Zkoušky tvrdoměrem: 2 prvky
 Maltové zkoušky: -
 Vývrt: vývrt V3
 Číslo traktu: 6



Název sondy: **sonda S9**
 Zkoušky tvrdoměrem: 3 prvky
 Maltové zkoušky: 2 spáry
 Číslo traktu: 6

Název sondy: **sonda S10**
 Zkoušky tvrdoměrem: 3 prvky
 Maltové zkoušky: 2 spáry
 Číslo traktu: 6



Obr. 54 Místo odběru vzorků malty a místo provedení sondy k základům. Obrázek z [6].



Obr. 55 Místo odběru vzorků malty. [39]

6.4.2 Skladba zdiva zjištěná jádrovými vývrty

Jádrové vývrty byly provedeny celkem 3. Jejich poloha je opět zakreslena na obr. 53. Všechny vývrty měly průměr 75 mm. Ve všech případech se jedná o klasický případ historického zdiva – cihelné zdivo ze dvou stran, vyplněné směsí kamene prolévaného maltou, přičemž kámen povětšinou nemá charakter zdících prvků.

Vývrt V1

Vývrt V1 byl proveden v místě sondy S3 (viz tabulka 5, obr. 53) skrz zeď mezi trakty s čísly 2 a 4. Celkový pohled na jádro je na obr. 56; podrobné detaily jsou na obr. 57 a obr. 58. Celková délka jádra byla 730 mm. Zde by se mohlo jednat o kamennou zeď s cihelnou obezdívkou. Popis a mocnosti zachycených vrstev ve vývrtu V1 jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 Skladba vývrtu V1.

| Skladba odebraného vrtu | |
|-------------------------|---|
| Mocnost vrstvy | Popis vrstvy |
| 0-300 mm | cihelné zdivo |
| 300-730 mm | kamenné prvky se spárami vyplněnými maltou nízké pevnosti |



***Obr. 56** Celkový pohled na jádro odebrané z vývrtu V1. [39]*



***Obr. 57** Pohled na odebrané jádro z vývrtu V1, detail 0-400 mm. [39]*



***Obr. 58** Pohled na odebrané jádro z vývrtu V1, detail 400-730 mm. [39]*

Vývrt V2

Vývrt V2 byl proveden v místě sondy S4 (viz tabulka 5, obr. 53) skrz zeď dělicí trakt číslo 2. Celkový pohled na jádro je na obr. 59; podrobné detaily jsou na obr. 60, 61 a 62. Zdivo v místě vývrtu V2 by mělo být dle předběžné prohlídky mladší než zdivo vývrtů V1 a V3. Jedná se zde o klasický případ historického zdiva – cihelné zdivo ze dvou stran, vyplněné směsí kamene a cihelných prvků prolévaného maltou, přičemž kámen nemá charakter zdících prvků. Popis a mocnosti zachycených vrstev ve vývrtu jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 Skladba vývrtu V2.

| Skladba odebraného vrtu | |
|-------------------------|--|
| Mocnost vrstvy | Popis vrstvy |
| 0-150 mm | cihelné zdivo |
| 150-650 mm | prvky cihelné i kamenné (nemají charakter zdících prvků) s maltou nízké pevnosti |
| 650-800 mm | cihelné zdivo |



Obr. 59 Celkový pohled na jádro odebrané z vývrtu V2. [39]



Obr. 60 Pohled na odebrané jádro z vývrtu V2, detail 0-250 mm. [39]



Obr. 61 Pohled na odebrané jádro z vývrtu V2, detail 250-550 mm. [39]



Obr. 62 Pohled na odebrané jádro z vývrtu V2, detail 550-800 mm. [39]

Vývrt V3

Vývrt V3 byl proveden v místě sondy S8 skrz zeď mezi trakty s čísly 5 a 6 (viz tabulka 5, obr. 53). Celkový pohled na jádro je na obr. 63; podrobné detaily jsou na obr. 64, 65 a 66. Zde se opět jedná o klasický případ historického zdiva – cihelné zdivo ze dvou stran, vyplněné směsí kamene prolévaného maltou, přičemž kámen nemá charakter zdících prvků. Popis a mocnosti zachycených vrstev ve vývrtu V3 jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8 Skladba vývrtu V3.

| Skladba odebraného vrtu | |
|-------------------------|---|
| Mocnost vrstvy | Popis vrstvy |
| 0-225 mm | cihelné zdivo |
| 225-750 mm | kamenné prvky (nemají charakter zdících prvků) s velkým množstvím rozpadlé a nesoudržné malty |
| 750-900 mm | cihelné zdivo, zdící prvky silně zdegradované |



Obr. 63 Celkový pohled na jádro odebrané z vývrtu V3. [39]



Obr. 64 Pohled na odebrané jádro z vývrtu V3, detail 0-300 mm. [39]



Obr. 65 Pohled na odebrané jádro z vývrtu V3, detail 300-650 mm. [39]



Obr. 66 Pohled na odebrané jádro z vývrtu V3, detail 650-900 mm. [39]

6.4.3 Orientační sonda k základům

Při průzkumu v roce 2015 byly v místě dříve provedené sondy z roku 1993 odhaleny základy, pro orientační kontrolu jejich stavu (obr. 67). Místo sondy je zobrazeno na obr. 54, u jižního štítu. Pojivo základů bylo v tomto místě z části již zdegradované a zvětřelé. Hloubka základové spáry byla cca 0,5 m od vrchní hrany betonové dlažby u objektu, z toho plyne, že není dostatečná z hlediska hloubky promrzání.



Obr. 67 Odhalené základy v místě bývalé sondy z roku 1993. [39]

6.5 Vyhodnocení výsledků průzkumu nosných konstrukcí

6.5.1 Tvrdoměrné zkoušky pevnosti v tlaku na zdících prvcích

Zkoušky tvrdoměrem Schmidt LB byly provedeny na 10 zkušebních sondách na konstrukci, celkem na 34 prvcích. Místa sond jsou zobrazena na obr. 53. Každé zkušební místo bylo před provedením zkoušky zbaveno omítky a obroušeno a poté bylo provedeno 10 měření. Hodnoty odrazu na jednotlivých místech jsou uvedeny v tabulce 9. Následně byla každé hodnotě odrazu přidělena hodnota pevnosti v tlaku, z nich byly vypočítány průměrné hodnoty včetně horní a dolní meze ($\pm 20\%$). Hodnoty vybočující od těchto odchylek, byly vyloučeny (tabulka 10 – červená barva) a byl vypočítán nový aritmetický průměr, nebo byla sada všech 10 měření vyloučena (v případě, že byly neplatné více než 3 hodnoty pevnosti, tabulka 10).

Pro upřesnění hodnot pevností v tlaku se hodnoty vynásobí součinitelem α . Ten se stanoví pomocí hodnot pevností v tlaku na celých cihlách případně jejich částech odebraných z konstrukce. Zkušební tělesa pro upřesnění dostala označení C3, C4, C5 (obr. 68; 69 a 70). Zkušební tělesa se nepodařilo odebrat jako celé zdící prvky, byly upraveny na dvě třičtvrtky a jedna půlka cihly. Výsledek zkoušky pevnosti na těchto tělesech je ale identický se zkouškou celého zdícího prvku, a to proto, že poměr jejich výšky k menšímu z rozměrů šířky/délky je prakticky stejná jako u celé cihly. Podobně je tomu u tvrdoměrné zkoušky, protože kalibrační vztah byl vytvářen na celých zdících prvcích. Rozměry zkušebních těles, síly a pevnosti v tlaku jsou uvedeny v tabulce 11, hodnoty odrazu a parametry z tvrdoměrné zkoušky jsou uvedeny v tabulce 12. Výpočet součinitele upřesnění α se provede dle vzorce z kapitoly 5.1.3 (vypočítán v tabulce 13). Upřesněné hodnoty (pevnost v tlaku zdících prvků) se získají přenásobením součinitelem α . Ty se potom přenásobí součinitelem vlivu výšky a šířky na normalizovanou pevnost v tlaku zdících prvků (tabulka 14).

Tabulka 9 Hodnoty odrazu při tvrdoměrné zkoušce.

| Sonda | Prvek | Hodnoty odrazu | | | | | | | | | |
|-------|-------|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| S1 | 1 | 25 | 26 | 27 | 21 | 25 | 29 | 23 | 24 | 23 | 27 |
| | 2 | 28 | 26 | 28 | 23 | 27 | 23 | 25 | 23 | 27 | 28 |
| S2 | 1 | 17 | 20 | 18 | 20 | 17 | 20 | 16 | 18 | 17 | 20 |
| | 2 | 20 | 23 | 20 | 22 | 24 | 24 | 18 | 24 | 25 | 20 |
| | 3 | 26 | 24 | 19 | 16 | 28 | 25 | 25 | 28 | 22 | 21 |
| | 4 | 26 | 26 | 34 | 31 | 24 | 18 | 32 | 33 | 34 | 32 |
| S3 | 1 | 26 | 24 | 24 | 26 | 28 | 26 | 27 | 22 | 27 | 28 |
| | 2 | 28 | 20 | 23 | 25 | 24 | 26 | 24 | 25 | 24 | 22 |
| | 3 | 24 | 20 | 23 | 22 | 23 | 25 | 22 | 20 | 20 | 23 |
| | 4 | 15 | 20 | 22 | 25 | 22 | 20 | 25 | 23 | 25 | 24 |
| | 5 | 36 | 32 | 27 | 34 | 28 | 34 | 35 | 29 | 28 | 25 |
| S4 | 1 | 27 | 25 | 27 | 28 | 25 | 29 | 25 | 24 | 25 | 24 |
| | 2 | 18 | 25 | 26 | 24 | 20 | 28 | 29 | 24 | 26 | 28 |
| | 3 | 27 | 26 | 24 | 23 | 24 | 26 | 24 | 23 | 24 | 25 |
| S5 | 1 | 20 | 22 | 20 | 23 | 24 | 23 | 22 | 22 | 25 | 24 |
| | 2 | 23 | 28 | 26 | 21 | 25 | 24 | 21 | 21 | 18 | 23 |
| | 3 | 20 | 17 | 15 | 21 | 20 | 20 | 20 | 13 | 16 | 16 |
| S6 | 1 | 24 | 26 | 25 | 26 | 21 | 24 | 23 | 24 | 18 | 24 |
| | 2 | 21 | 24 | 20 | 21 | 24 | 25 | 26 | 24 | 23 | 22 |
| | 3 | 22 | 20 | 24 | 26 | 28 | 26 | 27 | 25 | 26 | 25 |
| | 4 | 21 | 27 | 24 | 22 | 21 | 24 | 27 | 28 | 25 | 20 |
| S7 | 1 | 26 | 20 | 22 | 18 | 26 | 27 | 24 | 22 | 23 | 25 |
| | 2 | 22 | 20 | 18 | 25 | 22 | 23 | 21 | 20 | 24 | 23 |
| | 3 | 11 | 12 | 13 | 11 | 18 | 10 | 11 | 13 | 12 | 14 |
| | 4 | 14 | 20 | 22 | 20 | 22 | 21 | 20 | 20 | 20 | 22 |
| | 5 | 24 | 18 | 22 | 24 | 24 | 26 | 25 | 22 | 24 | 23 |
| S8 | 1 | 26 | 22 | 25 | 28 | 31 | 26 | 22 | 25 | 27 | 28 |
| | 2 | 30 | 28 | 24 | 24 | 23 | 22 | 28 | 27 | 29 | 28 |
| S9 | 1 | 16 | 21 | 18 | 22 | 20 | 22 | 20 | 21 | 20 | 19 |
| | 2 | 16 | 20 | 16 | 22 | 22 | 15 | 23 | 22 | 20 | 20 |
| | 3 | 15 | 25 | 30 | 30 | 28 | 27 | 28 | 26 | 25 | 30 |
| S10 | 1 | 15 | 24 | 22 | 18 | 17 | 21 | 21 | 20 | 20 | 20 |
| | 2 | 22 | 22 | 21 | 23 | 24 | 22 | 23 | 24 | 23 | 25 |
| | 3 | 27 | 30 | 30 | 29 | 27 | 28 | 29 | 28 | 30 | 25 |

Tabulka 10 Přiřazené hodnoty pevnosti. Upravený průměr v posledním sloupci znamená úpravu po vyloučení nežádoucích hodnot (červené barvy). V případě vyřazení celého řádku je v posledním sloupci „-“. Jedná se o hodnoty neupřesněné.

| Sonda | Prvek | Hodnoty pevnosti [MPa] | | | | | | | | | | Průměr pevnosti | Meze | | Upravený průměr |
|---------------------------|-------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|------|------|-----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | -20% | 20% | |
| S1 | 1 | 18,5 | 19,4 | 20,4 | 14,6 | 18,5 | 22,3 | 16,5 | 17,5 | 16,5 | 20,4 | 18,5 | 14,8 | 22,1 | 18,5 |
| | 2 | 21,3 | 19,4 | 21,3 | 16,5 | 20,4 | 16,5 | 18,5 | 16,5 | 20,4 | 21,3 | 19,2 | 15,4 | 23,1 | 19,2 |
| S2 | 1 | 10,8 | 13,7 | 11,8 | 13,7 | 10,8 | 13,7 | 9,9 | 11,8 | 10,8 | 13,7 | 12,1 | 9,6 | 14,5 | 12,1 |
| | 2 | 13,7 | 16,5 | 13,7 | 15,6 | 17,5 | 17,5 | 11,8 | 17,5 | 18,5 | 13,7 | 15,6 | 12,5 | 18,7 | 16,0 |
| | 3 | 19,4 | 17,5 | 12,7 | 9,9 | 21,3 | 18,5 | 18,5 | 21,3 | 15,6 | 14,6 | 16,9 | 13,5 | 20,3 | - |
| | 4 | 19,4 | 19,4 | 27,1 | 24,2 | 17,5 | 11,8 | 25,1 | 26,1 | 27,1 | 25,1 | 22,3 | 17,8 | 26,7 | - |
| S3 | 1 | 19,4 | 17,5 | 17,5 | 19,4 | 21,3 | 19,4 | 20,4 | 15,6 | 20,4 | 21,3 | 19,2 | 15,4 | 23,1 | 19,2 |
| | 2 | 21,3 | 13,7 | 16,5 | 18,5 | 17,5 | 19,4 | 17,5 | 18,5 | 17,5 | 15,6 | 17,6 | 14,1 | 21,1 | 17,6 |
| | 3 | 17,5 | 13,7 | 16,5 | 15,6 | 16,5 | 18,5 | 15,6 | 13,7 | 13,7 | 16,5 | 15,8 | 12,6 | 18,9 | 15,8 |
| | 4 | 8,9 | 13,7 | 15,6 | 18,5 | 15,6 | 13,7 | 18,5 | 16,5 | 18,5 | 17,5 | 15,7 | 12,5 | 18,8 | 16,4 |
| | 5 | 29,0 | 25,1 | 20,4 | 27,1 | 21,3 | 27,1 | 28,0 | 22,3 | 21,3 | 18,5 | 24,0 | 19,2 | 28,8 | 24,1 |
| S4 | 1 | 20,4 | 18,5 | 20,4 | 21,3 | 18,5 | 22,3 | 18,5 | 17,5 | 18,5 | 17,5 | 19,3 | 15,5 | 23,2 | 19,3 |
| | 2 | 11,8 | 18,5 | 19,4 | 17,5 | 13,7 | 21,3 | 22,3 | 17,5 | 19,4 | 21,3 | 18,3 | 14,6 | 21,9 | 19,3 |
| | 3 | 20,4 | 19,4 | 17,5 | 16,5 | 17,5 | 19,4 | 17,5 | 16,5 | 17,5 | 18,5 | 18,1 | 14,5 | 21,7 | 18,1 |
| S5 | 1 | 13,7 | 15,6 | 13,7 | 16,5 | 17,5 | 16,5 | 15,6 | 15,6 | 18,5 | 17,5 | 16,1 | 12,9 | 19,3 | 16,1 |
| | 2 | 16,5 | 21,3 | 19,4 | 14,6 | 18,5 | 17,5 | 14,6 | 14,6 | 11,8 | 16,5 | 16,5 | 13,2 | 19,9 | 16,5 |
| | 3 | 13,7 | 10,8 | 8,9 | 14,6 | 13,7 | 13,7 | 13,7 | 7,0 | 9,9 | 9,9 | 11,6 | 9,3 | 13,9 | 12,2 |
| S6 | 1 | 17,5 | 19,4 | 18,5 | 19,4 | 14,6 | 17,5 | 16,5 | 17,5 | 11,8 | 17,5 | 17,0 | 13,6 | 20,4 | 17,6 |
| | 2 | 14,6 | 17,5 | 13,7 | 14,6 | 17,5 | 18,5 | 19,4 | 17,5 | 16,5 | 15,6 | 16,5 | 13,2 | 19,9 | 16,5 |
| | 3 | 15,6 | 13,7 | 17,5 | 19,4 | 21,3 | 19,4 | 20,4 | 18,5 | 19,4 | 18,5 | 18,4 | 14,7 | 22,0 | 18,9 |
| | 4 | 14,6 | 20,4 | 17,5 | 15,6 | 14,6 | 17,5 | 20,4 | 21,3 | 18,5 | 13,7 | 17,4 | 13,9 | 20,9 | 17,4 |
| S7 | 1 | 19,4 | 13,7 | 15,6 | 11,8 | 19,4 | 20,4 | 17,5 | 15,6 | 16,5 | 18,5 | 16,8 | 13,5 | 20,2 | 17,0 |
| | 2 | 15,6 | 13,7 | 11,8 | 18,5 | 15,6 | 16,5 | 14,6 | 13,7 | 17,5 | 16,5 | 15,4 | 12,3 | 18,5 | 15,8 |
| | 3 | 5,1 | 6,0 | 7,0 | 5,1 | 11,8 | 4,1 | 5,1 | 7,0 | 6,0 | 7,9 | 6,5 | 5,2 | 7,8 | - |
| | 4 | 7,9 | 13,7 | 15,6 | 13,7 | 15,6 | 14,6 | 13,7 | 13,7 | 13,7 | 15,6 | 13,8 | 11,0 | 16,5 | 14,4 |
| | 5 | 17,5 | 11,8 | 15,6 | 17,5 | 17,5 | 19,4 | 18,5 | 15,6 | 17,5 | 16,5 | 16,7 | 13,4 | 20,1 | 17,3 |
| S8 | 1 | 19,4 | 15,6 | 18,5 | 21,3 | 24,2 | 19,4 | 15,6 | 18,5 | 20,4 | 21,3 | 19,4 | 15,5 | 23,3 | 18,9 |
| | 2 | 23,2 | 21,3 | 17,5 | 17,5 | 16,5 | 15,6 | 21,3 | 20,4 | 22,3 | 21,3 | 19,7 | 15,8 | 23,6 | 20,2 |
| S9 | 1 | 9,9 | 14,6 | 11,8 | 15,6 | 13,7 | 15,6 | 13,7 | 14,6 | 13,7 | 12,7 | 13,6 | 10,9 | 16,3 | 14,0 |
| | 2 | 9,9 | 13,7 | 9,9 | 15,6 | 15,6 | 8,9 | 16,5 | 15,6 | 13,7 | 13,7 | 13,3 | 10,6 | 16,0 | - |
| | 3 | 8,9 | 18,5 | 23,2 | 23,2 | 21,3 | 20,4 | 21,3 | 19,4 | 18,5 | 23,2 | 19,8 | 15,8 | 23,8 | 21,0 |
| S10 | 1 | 8,9 | 17,5 | 15,6 | 11,8 | 10,8 | 14,6 | 14,6 | 13,7 | 13,7 | 13,7 | 13,5 | 10,8 | 16,2 | 13,6 |
| | 2 | 15,6 | 15,6 | 14,6 | 16,5 | 17,5 | 15,6 | 16,5 | 17,5 | 16,5 | 18,5 | 16,4 | 13,2 | 19,7 | 16,4 |
| | 3 | 20,4 | 23,2 | 23,2 | 22,3 | 20,4 | 21,3 | 22,3 | 21,3 | 23,2 | 18,5 | 21,6 | 17,3 | 25,9 | 21,6 |
| Průměr m_x | | | | | | | | | | | | | | | 17,4 |
| Směrodatná odchylka s_x | | | | | | | | | | | | | | | 2,62 |



Obr. 68 Zkušební těleso C3. [39]



Obr. 69 Zkušební těleso C4. [39]



Obr. 70 Zkušební těleso C5. [39]

Tabulka 11 Rozměry, síla a pevnost v tlaku zkušebních těles pro upřesnění.

| Označení vzorku | Výška h_p | Šířka w_p | Délka l_p | Hmotnost $m_{d,p}$ | Síla v tlaku F_c | Pevnost v tlaku $f_{b,u}$ |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | [mm] | [mm] | [mm] | [g] | [kN] | [MPa] |
| C3 | 65,6 | 189,8 | 147,0 | 3186,7 | 263,0 | 9,4 |
| C4 | 60,7 | 258,5 | 154,2 | 3935,4 | 425,0 | 10,7 |
| C5 | 68,3 | 246,2 | 150,5 | 4081,1 | 462,3 | 12,5 |

Tabulka 12 Hodnoty odrazu, hodnoty pevnosti a jejich upravené průměry pro výpočet upřesňujícího součinitele α .

| Zkušební těleso | Hodnoty odrazu | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|--------|-------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| C3 | 26 | 27 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | 24 | 24 | 27 |
| C4 | 28 | 30 | 25 | 32 | 27 | 25 | 23 | 25 | 25 | 29 |
| C5 | 27 | 25 | 27 | 27 | 25 | 26 | 23 | 28 | 23 | 24 |
| Zkušební těleso | Hodnoty pevnosti [MPa] | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| C3 | 19,4 | 20,4 | 18,5 | 15,6 | 18,5 | 15,6 | 18,5 | 17,5 | 17,5 | 20,4 |
| C4 | 21,3 | 23,2 | 18,5 | 25,1 | 20,4 | 18,5 | 16,5 | 18,5 | 18,5 | 22,3 |
| C5 | 20,4 | 18,5 | 20,4 | 20,4 | 18,5 | 19,4 | 16,5 | 21,3 | 16,5 | 17,5 |
| Zkušební těleso | Průměr pevnosti | Meze | | Upravený průměr $f_{be,u}$ [MPa] | | | | | | |
| | | -20,0% | 20,0% | | | | | | | |
| C3 | 18,2 | 14,5 | 21,8 | 18,2 | | | | | | |
| C4 | 20,3 | 16,2 | 24,3 | 19,7 | | | | | | |
| C5 | 18,9 | 15,1 | 22,7 | 18,9 | | | | | | |

Tabulka 13 Výpočet upřesňujícího součinitele α .

| Zkušební těleso | Pevnost $f_{be,u}$ [MPa] | Pevnost $f_{b,u}$ [MPa] | Součinitel upřesnění α |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| C3 | 18,2 | 9,4 | 0,57 |
| C4 | 19,7 | 10,7 | |
| C5 | 18,9 | 12,5 | |

Tabulka 14 Upřesněné hodnoty pevnosti v tlaku cihel při tvrdoměrné zkoušce a výpočet normalizované pevnosti v tlaku zdícih prvků.

| Sonda | Prvek | Neupřesněný průměr pevnosti v tlaku [MPa] | Pevnost v tlaku zdíciho prvku (upřesněná pevnost) $f_{b,u}$ [MPa] | Součinitel tvaru δ | Normalizovaná pevnost v tlaku zdíciho prvku $f_{b,i}$ [MPa] |
|---------------------------|-------|--|---|---------------------------------|---|
| S1 | 1 | 18,5 | 10,6 | 0,75 | 7,93 |
| | 2 | 19,2 | 11,0 | 0,75 | 8,26 |
| S2 | 1 | 12,1 | 6,9 | 0,75 | 5,18 |
| | 2 | 16,0 | 9,2 | 0,75 | 6,88 |
| | 3 | - | - | - | - |
| | 4 | - | - | - | - |
| S3 | 1 | 19,2 | 11,0 | 0,75 | 8,26 |
| | 2 | 17,6 | 10,1 | 0,75 | 7,57 |
| | 3 | 15,8 | 9,0 | 0,75 | 6,78 |
| | 4 | 16,4 | 9,4 | 0,75 | 7,06 |
| | 5 | 24,1 | 13,8 | 0,75 | 10,34 |
| S4 | 1 | 19,3 | 11,1 | 0,75 | 8,30 |
| | 2 | 19,3 | 11,1 | 0,75 | 8,29 |
| | 3 | 18,1 | 10,4 | 0,75 | 7,77 |
| S5 | 1 | 16,1 | 9,2 | 0,75 | 6,90 |
| | 2 | 16,5 | 9,5 | 0,75 | 7,11 |
| | 3 | 12,2 | 7,0 | 0,75 | 5,23 |
| S6 | 1 | 17,6 | 10,1 | 0,75 | 7,56 |
| | 2 | 16,5 | 9,5 | 0,75 | 7,11 |
| | 3 | 18,9 | 10,8 | 0,75 | 8,11 |
| | 4 | 17,4 | 10,0 | 0,75 | 7,47 |
| S7 | 1 | 17,0 | 9,8 | 0,75 | 7,31 |
| | 2 | 15,8 | 9,1 | 0,75 | 6,79 |
| | 3 | - | - | - | - |
| | 4 | 14,4 | 8,3 | 0,75 | 6,20 |
| | 5 | 17,3 | 9,9 | 0,75 | 7,43 |
| S8 | 1 | 18,9 | 10,8 | 0,75 | 8,11 |
| | 2 | 20,2 | 11,5 | 0,75 | 8,66 |
| S9 | 1 | 14,0 | 8,0 | 0,75 | 6,01 |
| | 2 | - | - | - | - |
| | 3 | 21,0 | 12,0 | 0,75 | 9,03 |
| S10 | 1 | 13,6 | 7,8 | 0,75 | 5,82 |
| | 2 | 16,4 | 9,4 | 0,75 | 7,07 |
| | 3 | 21,6 | 12,4 | 0,75 | 9,29 |
| Průměr m_x | | 17,4 | 9,9 | - | 7,46 |
| Směrodatná odchylka s_x | | 2,62 | 1,53 | - | 1,13 |

6.5.2 Pevnost v tlaku zjištěná zkouškami na částech zdících prvků

Další zkušební metodou pro zjištění pevnosti v tlaku zdících prvků byla zkouška destruktivní, provedená na zkušebních krychlích. Celkem bylo odzkoušeno 6 krychlí ve stavu přirozeně vlhkém (liché číslo za lomítkem, obr. 71 až 75) a 6 krychlí ve stavu nasyceném vodou (sudé číslo za lomítkem, obr. 71 až 75). Všechna tělesa byla vždy změřena, zvážena a byla vypočítána objemová hmotnost. Tyto údaje jsou uvedeny v tabulkách 15 a 17. Dále byla tělesa osazena do lisu, stlačována a byla zaznamenána maximální síla v tlaku, pomocí níž se vypočítaly pevnosti zkušebních těles v tlaku a následně normalizovaná pevnost (tabulky 16 a 18).

Koeficient změknutí je vypočítán v tabulce 19. Z výpočtu je patrné, že cihly v nasyceném stavu mají výrazně nižší pevnosti než ve stavu přirozené vlhkosti, což může být způsobeno špatným vypálením cihel a při nasycení vodou se jejich vlastnosti přibližují nepáleným cihlám, nebo můžou být cihly narušené působením solí a vlhkosti. Toto se zhodnotí ve výpočtu návrhové pevnosti zdiva, kdy se místo koeficientu γ_{m3} nepoužije hodnota 1,25; ale převrácená hodnota ukazatele změknutí.



Obr. 71 Zkušební krychle. [39]



Obr. 72 Zkušební krychle. [39]



Obr. 73 Zkušební krychle [39] **Obr. 74** Zkušební krychle [39] **Obr. 75** Zkušební krychle [39]

Tabulka 15 Rozměry a objemová hmotnost částí cihel ve stavu přirozeně vlhkém.

| Označení vzorku | Výška h_p | Šířka w_p | Délka l_p | Hmotnost $m_{d,p}$ | Síla v tlaku F_c | Objemová hmotnost $\rho_{d,p}$ |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|
| | [mm] | [mm] | [mm] | [g] | [kN] | [kg/m ³] |
| 1/1 | 52,1 | 52,2 | 52,3 | 248,8 | 62,6 | 1749 |
| 1/3 | 51,0 | 50,7 | 52,4 | 227,8 | 42,0 | 1681 |
| 2/1 | 47,8 | 49,4 | 48,9 | 198,4 | 46,8 | 1718 |
| 3/1 | 49,4 | 49,5 | 49,4 | 220,3 | 24,7 | 1824 |
| C1/1 | 49,9 | 50,2 | 49,9 | 208,4 | 11,2 | 1667 |
| C2/1 | 53,2 | 50,3 | 52,8 | 236,1 | 20,6 | 1671 |
| průměr | 50,6 | 50,4 | 51,0 | 223,3 | 34,7 | 1718 |

Tabulka 16 Stanovení pevnosti v tlaku z částí cihel ve stavu přirozeně vlhkém.

| Označení vzorku | Síla v tlaku F_c | Pevnost v tlaku $f_{b,p}$ | Součinitel tvaru δ | Normalizovaná pevnost v tlaku f_b | Přepočet na celou cihlu $f_{b,u}$ |
|-----------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | [kN] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] |
| 1/1 | 62,6 | 22,9 | 0,85 | 19,5 | 26,0 |
| 1/3 | 42,0 | 15,8 | 0,85 | 13,4 | 17,9 |
| 2/1 | 46,8 | 19,4 | 0,85 | 16,5 | 22,0 |
| 3/1 | 24,7 | 10,1 | 0,85 | 8,6 | 11,4 |
| C1/1 | 11,2 | 4,5 | 0,85 | 3,8 | 5,1 |
| C2/1 | 20,6 | 7,8 | 0,85 | 6,6 | 8,8 |
| průměr | 34,7 | 13,4 | - | 11,4 | 15,2 |

Tabulka 17 Rozměry a objemová hmotnost částí cihel ve stavu nasyceném.

| Označení vzorku | Výška h_p | Šířka w_p | Délka l_p | Hmotnost $m_{d,p}$ | Síla v tlaku F_c | Objemová hmotnost $\rho_{d,p}$ |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|
| | [mm] | [mm] | [mm] | [g] | [kN] | [kg/m ³] |
| 1/2 | 50,8 | 50,9 | 52,1 | 259,1 | 24,2 | 1923 |
| 1/4 | 51,0 | 51,1 | 52,4 | 265,4 | 23,8 | 1943 |
| 2/2 | 49,1 | 40,2 | 49,0 | 186,2 | 22,0 | 1925 |
| 3/2 | 49,3 | 49,1 | 49,3 | 247,0 | 17,1 | 2070 |
| C1/2 | 49,9 | 50,3 | 49,9 | 243,1 | 5,6 | 1941 |
| C2/2 | 52,9 | 52,9 | 50,6 | 280,6 | 19,0 | 1982 |
| průměr | 50,5 | 49,1 | 50,6 | 246,9 | 18,6 | 1964 |

Tabulka 18 Stanovení pevnosti v tlaku z částí cihel ve stavu nasyceném.

| Označení vzorku | Síla v tlaku F_c | Pevnost v tlaku $f_{b,p}$ | Součinitel tvaru δ | Normalizovaná pevnost v tlaku f_b | Přepočet na celou cihlu $f_{b,u}$ |
|-----------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|--|--------------------------------------|
| | [kN] | [MPa] | [MPa] | [MPa] | [MPa] |
| 1/2 | 24,2 | 9,1 | 0,85 | 7,8 | 5,8 |
| 1/4 | 23,8 | 8,9 | 0,85 | 7,6 | 5,7 |
| 2/2 | 22,0 | 11,2 | 0,85 | 9,5 | 7,1 |
| 3/2 | 17,1 | 7,1 | 0,85 | 6,0 | 4,5 |
| C1/2 | 5,6 | 2,2 | 0,85 | 1,9 | 1,4 |
| C2/2 | 19,0 | 7,1 | 0,85 | 6,0 | 4,5 |
| průměr | 18,6 | 7,6 | | 6,5 | 4,8 |

Tabulka 19 Stanovení koeficientu změknutí.

| Označení vzorku | Pevnost v tlaku $f_{b,p}$ | Označení vzorku | Pevnost v tlaku $f_{b,p}$ | Koeficient změknutí | |
|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|--------|
| | [MPa] | | [MPa] | Jednotlivý | Průměr |
| 1/1 | 22,9 | 1/2 | 9,1 | 0,40 | 0,61 |
| 1/3 | 15,8 | 1/4 | 8,9 | 0,56 | |
| 2/1 | 19,4 | 2/2 | 11,2 | 0,58 | |
| 3/1 | 10,1 | 3/2 | 7,1 | 0,70 | |
| C1/1 | 4,5 | C1/2 | 2,2 | 0,49 | |
| C2/1 | 7,8 | C2/2 | 7,1 | 0,92 | |

6.5.3 Pevnost zdící malty zjištěná Kučerovou vrtačkou

Další zkouškou prováděnou v terénu byla zkouška pevnosti malty pomocí Kučerovy vrtačky. Jedno zkušební místo sestává ze 3 vrtů, provedených v upravené ložné spáře. Poté se provedlo změření jejich hloubky. Zkušební postup je uveden v kapitole 5.2.2. Výsledky zkoušky jsou uvedeny v tabulce 20. Zkušební místa byla opět v místech sond, která jsou zakreslena na obr. 53 a detailněji jsou uvedena v tabulce 5.

Tabulka 20 Pevnost tlaku malty zkušebních míst.

| Sonda | Spára | Hloubka vrtu d [mm] | | | | Test platnosti | | Pevnost v tlaku |
|------------------------------|-------|--|-----|-----------------------|--------|------------------------|------------------|------------------------|
| | | 1. | 2. | 3. | průměr | d _{max} | d _{min} | f _{m,i} [MPa] |
| S1 | M1 | >90 | >90 | >90 | >90 | - | - | 0,10 |
| S2 | M1 | 43 | 43 | 56 | 47,3 | 33,1 | 61,5 | 0,46 |
| | M2 | 51 | 60 | 53 | 54,7 | 38,3 | 71,1 | 0,37 |
| | M3 | 47 | 46 | 60 | 51,0 | 35,7 | 66,3 | 0,41 |
| S3 | M1 | 46 | 55 | 54 | 51,7 | 36,2 | 67,2 | 0,40 |
| | M2 | 66 | 60 | 67 | 64,3 | 45,0 | 83,6 | 0,28 |
| S4 | M1 | 41 | 43 | 45 | 43,0 | 30,1 | 55,9 | 0,53 |
| | M2 | 58 | 55 | 60 | 57,7 | 40,4 | 75,0 | 0,34 |
| S6 | M1 | 52 | 48 | 52 | 50,7 | 35,5 | 65,9 | 0,41 |
| | M2 | 39 | 49 | 44 | 44,0 | 30,8 | 57,2 | 0,51 |
| | M3 | 38 | 40 | 41 | 39,7 | 27,8 | 51,6 | 0,60 |
| S7 | M1 | 32 | 38 | 38 | 36,0 | 25,2 | 46,8 | 0,70 |
| | M2 | 32 | 40 | 31 | 34,3 | 24,0 | 44,6 | 0,76 |
| S9 | M1 | 40 | 60 | 62 | 54,0 | 37,8 | 70,2 | 0,37 |
| | M2 | 50 | 55 | 65 | 56,7 | 39,7 | 73,7 | 0,35 |
| S10 | M1 | 51 | 62 | 55 | 56,0 | 39,2 | 72,8 | 0,35 |
| | M2 | 59 | 62 | 55 | 58,7 | 41,1 | 76,3 | 0,33 |
| Průměrná hodnota | | | | | | | m _x = | 0,43 |
| Směrodatná odchylka | | | | | | | s _x = | 0,16 |
| Pevnost f_m | | = m _x - s _x × t _n | | t _n = 0,33 | | f_m = | | 0,38 |

6.5.4 Pevnost malty zjištěná zkouškou na tělesech

Pevnost malty byla vyzkoušena na krychlích vyrobených z odebraných vzorků malty. Vzorky byly odebrány z místa nároží jižního a východního průčelí, hlavně z důvodu uvolněných a vypadlých zdících prvků a malty v nároží. Místo je zobrazeno v kapitole 6.1.4 na obr. 54 a obr. 55. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce 21.

Tabulka 21 Výsledky zkoušek malty na tělesech.

| Zkušební těleso | Šířka b [mm] | Délka l [mm] | Výška h [mm] | Hmotnost m_r [g] | Síla F [N] | Objem. hm. ρ_r [kg/m ³] | Pevnost f_c [MPa] |
|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------|--|---------------------------------------|
| M1 | 39,2 | 38,9 | 39,0 | 79,51 | 680 | 1337 | 0,45 |
| M2 | 28,9 | 25,6 | 32,2 | 30,39 | 165 | 1276 | 0,22 |
| M3 | 29,9 | 25,3 | 30,9 | 28,98 | 172 | 1240 | 0,23 |
| M4 | 26,2 | 26,8 | 26,7 | 23,34 | 75 | 1245 | 0,11 |
| Průměr | | | | | | 1270 | 0,25 |

6.5.5 Charakteristická a návrhová pevnost zdiva v tlaku

Charakteristická pevnost zdiva se určí na základě vztahu z kapitoly 4.3. Normalizovaná pevnost v tlaku zdících prvků byla brána z tabulky 14, z výsledků zkoušky tvrdoměrné, a to proto, že výsledky pevnosti v tlaku ze zkoušky na krychlích jsou méně relevantní z důvodu rozličných výsledků a malého souboru hodnot než ze zkoušky tvrdoměrné. Průměrná pevnost malty je brána z tabulky 20. Charakteristická pevnost zdiva v tlaku pak vychází následovně.

Cihly: $f_b = 7,46$ MPa

Malta: $f_m = 0,38$ MPa; podmínka: $f_m < \min\{2 \times f_b; 20 \text{ MPa}\}$ splněno

$$f_k = K \times f_b^\alpha \times f_m^\beta = 0,55 \times 0,8 \times 7,46^{0,65} \times 0,38^{0,25} = 1,28 \text{ MPa}$$

$$K = 0,55 \times 0,8$$

$$\alpha = 0,65$$

$$\beta = 0,25$$

Návrhová hodnota pevnosti zdiva v tlaku se vypočítá jako podíl charakteristické pevnosti zdiva v tlaku f_k a dílčího součinitele γ_m .

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \times \gamma_{m2} \times \gamma_{m3} \times \gamma_{m4} = 2,0 \times 1,0 \times 1,64 \times 1,2 = 3,94$$

$$\gamma_{m1} = 2,0$$

$$\gamma_{m2} = 1,0$$

$$\gamma_{m3} = 1,64 \text{ (součinitel byl stanoven na základě koeficientu změknutí)}$$

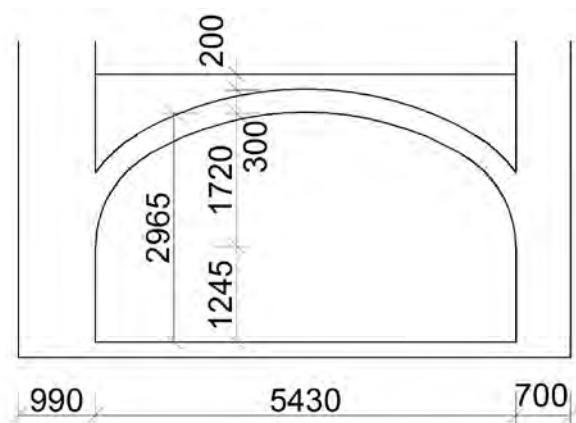
$$\gamma_{m4} = 1,2 \text{ (součinitel byl stanoven s ohledem na množství a charakter trhlin ve zdivu)}$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} = \frac{1,28}{3,94} = 0,32 \text{ MPa}$$

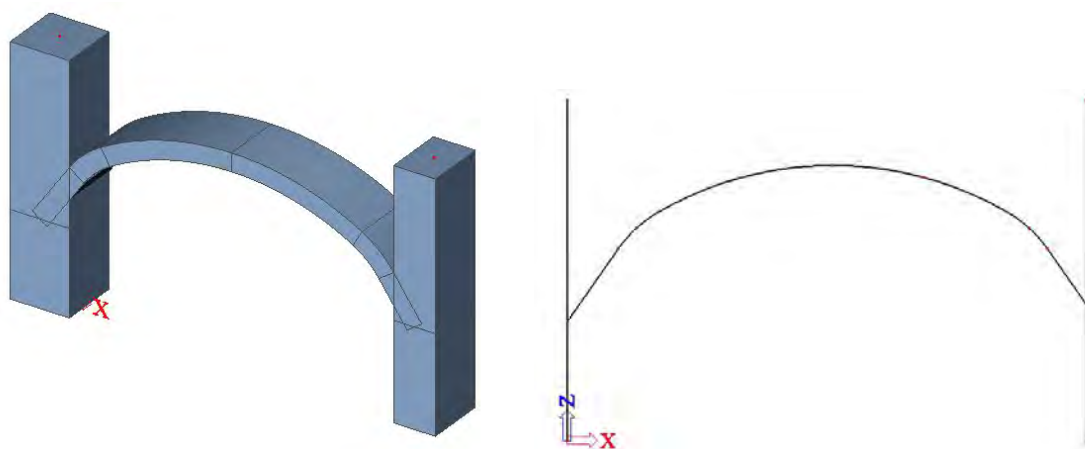
Návrhová pevnost zdiva je tedy stanovena na **0,32 MPa**.

6.6 Statický výpočet

Statický výpočet se věnuje výpočtu valené klenby nad traktem číslo 3. Klenba je zatížena jen vlastní tíhou a násypem, a to proto, že podlaha 2. NP je nesena trámy spočívajícími na pozednicích uložených na obvodových zdech východního a západního průčelí objektu. Zatížení od konstrukce střechy nebylo uvažováno. Na obr. 76 jsou rozměry klenby. Výpočet probíhal v programu SCIA Engineer 16.1 a proběhl na 2 modelech, prvním modelem byl 3 kloubový oblouk a druhým byl vetknutý oblouk s kloubem ve vrcholu. Obrázek modelu konstrukce je na obr. 77. Šířka byla 1 m.



Obr. 76 Rozměry klenby.



Obr. 77 Model klenby.

Zatěžovací stavy

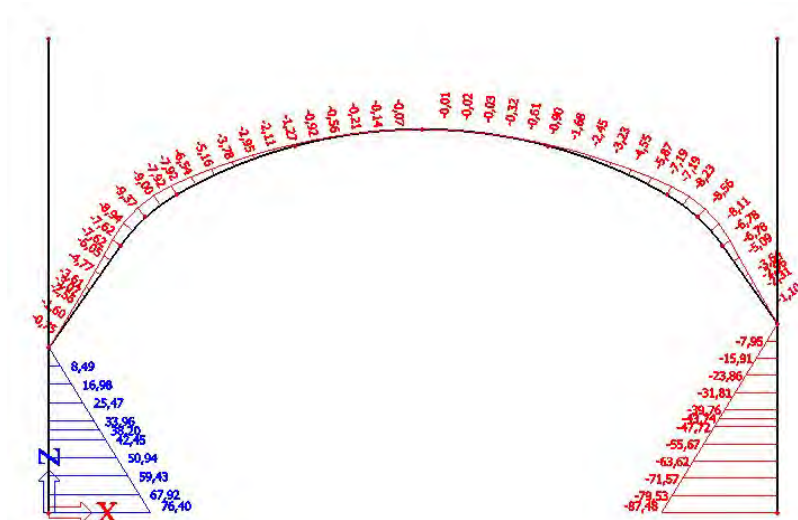
1. vlastní tíha - byla generovaná programem SCIA Engineer 16.1; $\gamma_G = 1,35$
2. násyp, objemová hmotnost $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$; $\gamma_G = 1,35$
3. posun levé podpory $u_x = -50 \text{ mm}$; $\gamma_G = 1,35$

Kombinace zatížení

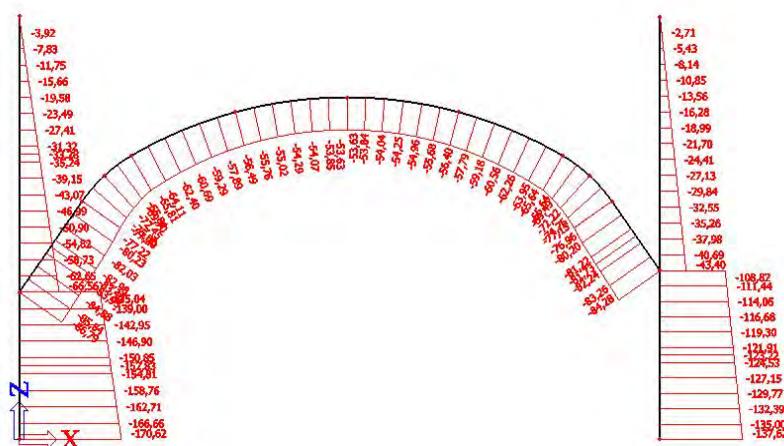
Kombinace zatížení byla provedena součtem výsledků zatěžovacích stavů a přenásobením součinitelem γ_G .

6.6.1 Tříkloubový oblouk

Vnitřní síly (z programu SCIA Engineer 16.1) jsou na obr. 78 a 79.



Obr. 78 Průběh ohybových momentů na modelu tříkloubového oblouku.



Obr. 79 Průběh normálových sil na modelu tříkloubového oblouku.

Posudek v patě klenby

$$M_{ed, \text{pata}} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{ed, \text{pata}} = -86,79 \text{ kN}$$

$$t = t_{\text{eff}} = 0,300 \text{ m}$$

$$s = 5,73 \text{ m}$$

$$h_{\text{eff}} = 0,54 \times s = 0,54 \times 5,73 = 3,09 \text{ m}$$

$$N_{rd, \text{pata}} = b \cdot t \cdot f_d \cdot \phi_i = 1,0 \cdot 0,3 \cdot 0,32 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 86,4 \text{ kN}$$

$$\phi_i = 1 - 2 \cdot \left(\frac{e_i}{t} \right) = 1 - 2 \cdot \left(\frac{0,015}{0,30} \right) = 0,9$$

$$e_i = \frac{M_{ed}}{N_{ed}} + e_{hi} + e_{init} \geq 0,05 \cdot t$$

$$e_i = \frac{0}{-86,79} + 0 + 0,00687 = 0 + 0,00687 = 0,00687 \text{ m} \geq 0,05 \cdot 0,3 = 0,015 \text{ m} \Rightarrow e_i = 0,015 \text{ m}$$

$$e_i = 0,015 \text{ m} \leq \frac{t}{6} = \frac{0,3}{6} = 0,05 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{3,09}{450} = 0,00687 \text{ m}$$

$$N_{ed, \text{pata}} = 86,79 \text{ kN} > N_{rd, \text{pata}} = 86,4 \text{ kN} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

Posudek v 1/4 rozpětí klenby

$$M_{ed, 1/4} = -5,16 \text{ kNm}$$

$$N_{ed, 1/4} = -64,11 \text{ kN}$$

$$t = t_{\text{eff}} = 0,300 \text{ m}$$

$$s = 5,73 \text{ m}$$

$$h_{\text{eff}} = 0,54 \times s = 0,54 \times 5,73 = 3,09 \text{ m}$$

$$N_{rd, 1/4} = b \cdot t \cdot f_d \cdot \phi_m = 1,0 \cdot 0,3 \cdot 0,32 \cdot 10^6 \cdot 0,716 = 68,7 \text{ kN}$$

$$\phi_m = A_1 \cdot e^{-\left(\frac{u^2}{2}\right)} = 0,9 \cdot e^{-\left(\frac{0,676^2}{2}\right)} = 0,716$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{0,015}{0,3} = 0,9$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,08737 + 0 = 0,08737 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{ed,1/4}}{N_{ed,1/4}} + e_{hm} + e_{init} = \frac{-5,16}{-64,11} + 0 + 0,00687 = 0,0805 + 0,00687 = 0,08737$$

$$0,08737 \geq 0,05 \cdot 0,3 = 0,015m$$

$$\Rightarrow e_m = 0,08737m$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{3,09}{450} = 0,00687m$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{3,09}{0,3} = 10,3 < 15 \Rightarrow e_k = 0$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,326 - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{0,08737}{0,30}} = 0,676$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f_k}{E}} \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \sqrt{\frac{1,28}{1000 \cdot 1,28}} \cdot \frac{3,09}{0,3} = 0,326$$

$$N_{ed, 1/4} = 64,11 \text{ kN} < N_{rd, 1/4} = 68,7 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Posudek ve vrcholu klenby

$$M_{ed, vrch} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{ed, vrch} = -53,63 \text{ kN}$$

$$t = t_{eff} = 0,300 \text{ m}$$

$$s = 5,73 \text{ m}$$

$$h_{eff} = 0,54 \times s = 0,54 \times 5,73 = 3,09 \text{ m}$$

$$N_{rd, vrch} = b \cdot t \cdot f_d \cdot \phi_m = 1,0 \cdot 0,3 \cdot 0,32 \cdot 10^6 \cdot 0,833 = 80 \text{ kN}$$

$$\phi_m = A_1 \cdot e^{-\left(\frac{u^2}{2}\right)} = 0,9 \cdot e^{-\left(\frac{0,392^2}{2}\right)} = 0,833$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{0,015}{0,3} = 0,9$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,015 + 0 = 0,015m$$

$$e_m = \frac{M_{ed, vrch}}{N_{ed, vrch}} + e_{hm} + e_{init} = \frac{0}{-53,63} + 0 + 0,00687 = 0,00687 \geq 0,05 \cdot 0,3 = 0,015m$$

$$\Rightarrow e_m = 0,015m$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{3,09}{450} = 0,00687m$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{3,09}{0,3} = 10,3 < 15 \Rightarrow e_k = 0$$

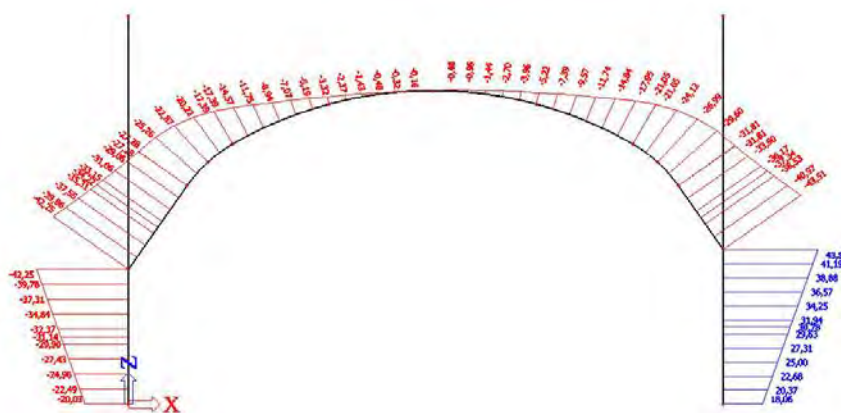
$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,326 - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{0,015}{0,30}} = 0,392$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f_k}{E} \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}}} = \sqrt{\frac{1,28}{1000 \cdot 1,28} \cdot \frac{3,09}{0,3}} = 0,326$$

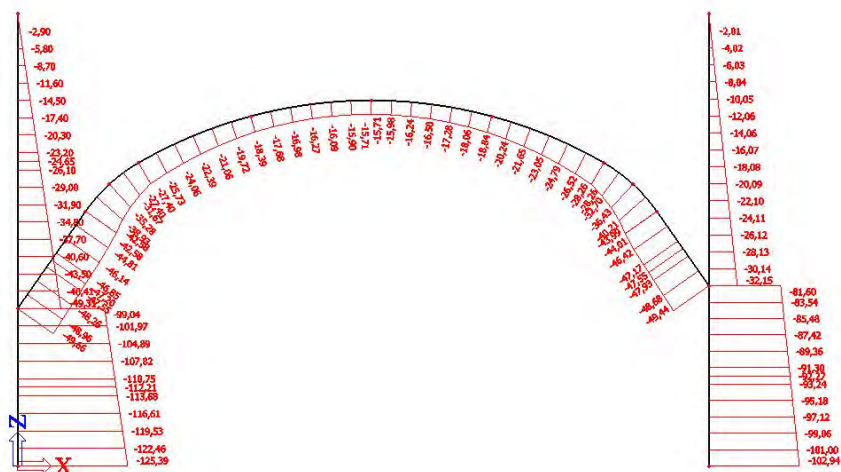
$$N_{ed, vrch} = 53,63 \text{ kN} < N_{rd, vrch} = 80 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

6.6.2 Vetknutý oblouk s kloubem ve vrcholu klenby

Vnitřní síly (z programu SCIA Engineer 16.1) jsou na obr. 80 a 81.



Obr. 80 Průběh ohybových momentů na modelu vetknutého oblouku s kloubem vrcholu klenby.



Obr. 81 Průběh normálových sil na modelu vetknutého oblouku s kloubem vrcholu klenby.

Posudek v patě klenby

$$M_{ed, pata} = -42,25 \text{ kNm}$$

$$N_{ed, pata} = -49,66 \text{ kN}$$

$$t = t_{eff} = 0,300 \text{ m}$$

$$s = 5,73 \text{ m}$$

$$h_{eff} = 0,54 \times s = 0,54 \times 5,73 = 3,09 \text{ m}$$

$$e_i = \frac{M_{ed, pata}}{N_{ed, pata}} + e_{hi} + e_{init} \geq 0,05 \cdot t$$

$$e_i = \frac{-42,25}{-49,66} + 0 + 0,00687 = 0,851 + 0,00687 = 0,85787 \text{ m}$$

$$\frac{t}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ m} < e_i = 0,85787 \text{ m}$$

tlaková síla působí mimo průřez => NEVYHOVUJE

Posudek v 1/4 rozpětí klenby

$$M_{ed, 1/4} = -8,94 \text{ kNm}$$

$$N_{ed, 1/4} = -24,06 \text{ kN}$$

$$t = t_{eff} = 0,300 \text{ m}$$

$$s = 5,73 \text{ m}$$

$$h_{eff} = 0,54 \times s = 0,54 \times 5,73 = 3,09 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{ed, 1/4}}{N_{ed, 1/4}} + e_{hm} + e_{init} = \frac{-8,94}{-24,06} + 0 + 0,00687 = 0,372 + 0,00687 = 0,37887$$

$$\frac{t}{2} = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ m} < e_m = 0,37887 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{3,09}{450} = 0,00687 \text{ m}$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,326 - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{0,015}{0,30}} = 0,392$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f_k}{E}} \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \sqrt{\frac{1,28}{1000 \cdot 1,28}} \cdot \frac{3,09}{0,3} = 0,326$$

tlaková síla působí mimo průřez => NEVYHOVUJE

Posudek ve vrcholu klenby

$$M_{ed, vrch} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{ed, vrch} = 15,71 \text{ kN}$$

$$t = t_{eff} = 0,300 \text{ m}$$

$$s = 5,73 \text{ m}$$

$$h_{eff} = 0,54 \times s = 0,54 \times 5,73 = 3,09 \text{ m}$$

$$N_{rd, vrch} = b \cdot t \cdot f_d \cdot \phi_m = 1,0 \cdot 0,3 \cdot 0,32 \cdot 10^6 \cdot 0,833 = 80 \text{ kN}$$

$$\phi_m = A_1 \cdot e^{-\left(\frac{u^2}{2}\right)} = 0,9 \cdot e^{-\left(\frac{0,392^2}{2}\right)} = 0,833$$

$$A_1 = 1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} = 1 - 2 \frac{0,015}{0,3} = 0,9$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0,015 + 0 = 0,015 \text{ m}$$

$$e_m = \frac{M_{ed, vrch}}{N_{ed, vrch}} + e_{hm} + e_{init} = \frac{0}{15,71} + 0 + 0,00687 = 0,00687 \geq 0,05 \cdot 0,3 = 0,015 \text{ m}$$

$$\Rightarrow e_m = 0,015 \text{ m}$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{3,09}{450} = 0,00687 \text{ m}$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{3,09}{0,3} = 10,3 < 15 \Rightarrow e_k = 0$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{0,326 - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{0,015}{0,30}} = 0,392$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f_k}{E}} \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \sqrt{\frac{1,28}{1000 \cdot 1,28}} \cdot \frac{3,09}{0,3} = 0,326$$

$$N_{ed, vrch} = 15,71 \text{ kN} < N_{rd, vrch} = 80 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

6.7 Závěrečné zhodnocení objektu a návrh opatření

Novostavba záměčku v Loučce u Valašského Meziříčí se byla postavena cca v 60. letech 17. století. V průběhu let stavba měnila své majitele a byla jimi často přestavována. První přestavba se konala již roku 1769. Ke konci 80. let 20. století byl objekt dle tehdejších posudků již v nevyhovujícím stavebně technickém stavu.

Jednou z významných příčin poruch je díky zanedbané údržbě zatékání dešťové vody do objektu. Po obvodu objektu chybí, nebo jsou velmi porušené okapní žlaby a svody. Zatékání má za následek například rozpad zdiva a erozi malty ze spár. Zatékání a vztlínání vlhkosti spolu s promrzáním zapříčinilo rozrušení zděných prvků i malty, která je již zvětřalá. Omítka je na několika místech odpadlá. Dešťová voda, která není vhodně odvedena od objektu, může mít také za následek vzhledem k malé hloubce založení objektu pokles, či naklonění základových konstrukcí. Tento nedostatek se může projevat i spolu s absencí ztužujících věnců a malým množstvím ztužujících prvků roztlačováním obvodových zdí klenbami. Klenbové konstrukce jsou kvůli roztlačení poškozeny trhlinami. Deštění v 1. podkroví záměčku je poškozeno opět zatékáním a je ztrouchnivělé a zetlelé, stejně je poškozena i podlaha nad 1. podkrovím. Konstrukce krovu je poškozená dřevokazným hmyzem. Prvky nesoucí střešní krytinu jsou z výše psaných důvodů zdevastovány, střecha je zvlněná a na několika místech prolomená.

Při průzkumu nosných konstrukcí byla spočítána poměrně malá pevnost zdiva. Zděné prvky jsou na mnoha místech narušeny vlivem vlhkosti a promrzání. Laboratorní zkoušky do jisté míry prokázaly snížení pevnosti zdících prvků, působí-li na ně vlhkost. Pevnost malty je také velmi malá. Skladba zdiva stěn odpovídala klasickému historickému zdivu - cihelné zdivo ze dvou stran, vyplněné směsí kamene prolévaného maltou, přičemž kámen nemá charakter zdících prvků.

Posledních takřka 60 let objekt pouze chátral. Stavba je poměrně dost porušena různými druhy poruch, jejichž původ s velkou pravděpodobností zapříčinila zejména velmi zanedbaná údržba.

Rekonstrukce objektu se jeví v tomto případě neekonomická, protože mimo to, že by se musela kompletně obnovit střecha, bylo by nutné objektu navrhnout vhodné ztužení (táhla, předpjatý beton apod.), které by však kvůli malé pevnosti zdiva nemuselo být zcela efektivní, nicméně pokud ano, tak finančně velice nákladné. V případě tohoto objektu je nejvhodnější provést jeho demolici.

7 Závěr

Diplomová práce se zabývá hodnocením stavu stávající budovy záměčku v Loučce u Valašského Meziříčí. V teoretické části je provedena rešerše literatury se zaměřením na zpracování zásad obecného systému hodnocení existujících konstrukcí. Nejdříve jsou zde shrnuty normy a předpisy pro hodnocení a poté je podrobně popsán postup hodnocení. Teoretická část pokračuje postupem hodnocení na zděných konstrukcích, kde je systém hodnocení již zaměřen na konstrukce tvořené ze zdiva. Poslední teoretickou částí je kapitola 5, ve které jsou uvedeny diagnostické metody používané při průzkumech zděných konstrukcí, a to konkrétně i metody použité v rámci diplomové práce.

Praktická část se zabývá hodnocením budovy výše uvedeného záměčku. V rámci předběžné prohlídky záměčku je zde uvedena fotodokumentace společně s výtahem informací z různých posudků provedených k tomuto objektu v minulých letech. Je obsažen i pasport poruch objektu. Praktická část dále pokračuje průzkumem nosných konstrukcí objektu. V rámci průzkumu nosných konstrukcí byly provedeny některé metody in situ z kapitoly 5, jejichž vyhodnocení je součástí tohoto průzkumu. Na závěr je uveden statický výpočet klenby.

Objekt záměčku v Loučce u Valašského Meziříčí by mohl sloužit jako ukázkový příklad toho, kam až může dojít zanedbávání údržby objektu.

Závěrem lze konstatovat splnění cílů diplomové práce.

8 Seznam použité literatury

POSUDKY OBJEKTU ZÁMEČKU Z MINULÝCH LET

- [1] MUK, J., MUKOVÁ J., LANCINGER L., CHOTĚBORSKÁ L. a FANTYŠ K. SURPMO, atelier Dr. Muka - 04, Řehořova 14, 130 00 Praha 3. *Stavebně historický průzkum*. Praha, 1993.
- [2] FANTYŠ, Karel. Specializovaný ústav pro rekonstrukce památkových měst a objektů, a.s. - Atelier 17. *Statické posouzení objektu hospodářské budovy v Loučkách*. Praha, 1993.
- [3] ŠMERDA, Zdeněk. *Posouzení nosných konstrukcí zámku v Loučce u Valašského Meziříčí s hodnocením současného stavu a s podklady pro rozhodnutí o nutných stavebních úpravách*. Brno, 1993.
- [4] KOTAS, Stanislav. *Znalecký posudek č. 1851: o ceně nemovitosti č.p.2, tj. zámku v Loučce u Valašského Meziříčí, okres Vsetín*. Bystřice pod Hostýnem, 1994.
- [5] ŠMERDA, Zdeněk. *Vyjádření (včetně návrhu) ke statickému zabezpečení objektu zámku v Loučce u Valašského Meziříčí*. Brno, 1994.
- [6] ŠMERDA, Zdeněk. *Posouzení stavu nosných konstrukcí zámku v Loučce u Valašského Meziříčí*. Brno, 2002.
- [7] ŠMERDA, Zdeněk. *Posouzení možnosti realizace opravy střešní konstrukce zámku v Loučce u Valašského Meziříčí*. Brno, 2004.
- [8] BĚLÍK, Vít. Porfix, s.r.o. *Statický posudek*. Bystřice pod Hostýnem, 2004.
- [9] ZÁVADA, Antonín. *Zpráva o stavebně-technickém průzkumu: Zámeček-Loučka u Valašského Meziříčí*. Valašské Meziříčí, 2004.
- [10] JANÍKOVÁ, Ilona. *Dendrologický posudek stromů*. Krhová, 2009.
- [11] MYNAŘÍK, Martin. MSS-Projekt s.r.o. *Stavebně technické posouzení objektu zámku na st. parc. č. 80/1 a parc. č. 34/1 v Loučce u Valašského Meziříčí*. Vsetín, 2012.

KNIHY, SKRIPTA

- [12] HOLICKÝ, Milan. *Příručka pro hodnocení existujících konstrukcí: projekt CZ.04.3.07/4.2.01.1/0005 Inovace metod hodnocení existujících stavebních konstrukcí*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT v Praze, 2007, 175 s. ISBN 978-80-01-03790-4.
- [13] HOLICKÝ, Milan. *Základy hodnocení existujících konstrukcí*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Kloknerův ústav, 2013, 113 s. ISBN 978-80-01-05419-2.
- [14] PUME, Dimitrij a ČERMÁK, František. *Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí*. 1.vyd. Praha: Arch, 1993, 127 s.
- [15] HOBST, Leonard, ADÁMEK, Jiří, CIKRLE, Petr a SCHMID, Pavel. *Diagnostika stavebních konstrukcí - Přednášky*. Brno: VUT v Brně FAST, 2005.
- [16] CIKRLE, Petr. a kol. *Diagnostické metody ve stavebnictví – Studijní opora FAST VUT v Brně*. Brno, 2011.
- [17] JENEŠ, Rostislav a PODROUŽKOVÁ, Božena. *Zděné konstrukce - M01: Základy navrhování – Studijní opora FAST VUT v Brně*. Brno, 2005.

WEBOVÉ STRÁNKY

- [18] HRAZDIL, Jiří. NORMY.biz. *Stavební normy* [online]. 2015 [cit. 2015-09-17]. Dostupné z: <http://www.normy.biz/seznam/staveb>
- [19] HRAZDIL, Jiří. NORMY.biz. ČSN 73 0038. *Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení: Anotace obsahu normy* [online]. 2015, 01. 10. 2015 [cit. 2015-09-17]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/detail/96238>
- [20] HRAZDIL, Jiří. NORMY.biz. ČSN ISO 13822. *Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí: Anotace obsahu normy* [online]. 2015, 01. 10. 2015 [cit. 2015-09-17]. Dostupné z: <http://shop.normy.biz/detail/96239>

- [21] BEZUCHA, Miroslav. SLIDEPLAYER.cz. *Svislé nosné konstrukce* [online]. 2012 [cit. 2015-12-01]. Dostupné z: http://images.slideplayer.cz/11/3189653/slides/slide_15.jpg
- [22] KOŠATKA, Pavel. ČKAIT. *Seminář Eurokód 6 pro zděné konstrukce: Navrhování zděných konstrukcí podle Eurokódu 6* [online]. Praha, 2015 [cit. 2015-12-14]. Dostupné z: http://www.ckait.cz/sites/default/files/1_%C3%A4vod,%20materi%C3%A1ly.pdf
- [23] MAPY.CZ. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2015-12-16]. Dostupné z: <http://mapy.cz/zakladni?x=17.8329322&y=49.4389728&z=18&source=muni&id=610>
- [24] ČÚZK. *Státní správa zeměměřičství a katastru* [online]. 2015 [cit. 2015-12-16]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/>
- [25] BOKR, Pavel. ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA, Český úřad zeměměřický a katastrální. *Česká geologická služba: Mapová aplikace, verze 1B.2: Geologická mapa 1 : 50 000* [online]. [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=506847&x=1142612&r=2000&s=1&legselect=0

NORMY

- [26] ČSN 73 0038. *Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách*. Praha: Český normalizační institut, 1986.
- [27] ČSN ISO 13822. *Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [28] ČSN 73 0038. *Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - Doplnující ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [29] ČSN ISO 13822. *Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

- [30] ČSN ISO 2394. *Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [31] ČSN EN 1996-1-1+A1. *Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [32] ČSN EN 772-1. *Zkušební metody pro zdicí prvky - Část 1: Stanovení pevnosti v tlaku*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [33] ČSN EN 1015-11. *Zkušební metody malt pro zdivo - Část 11: Stanovení pevnosti zatvrdlých malt v tahu za ohybu a v tlaku*. Praha: Český normalizační institut, 2000.

JINÉ ZDROJE

- [34] CIKRLE, Petr. FAST VUT V BRNĚ, Ústav stavebního zkušebnictví. *Návrh průzkumu zdiva: Loučka u Valašského Meziříčí - zámček*. Brno, 2015.
- [35] CIKRLE, Petr. *Přednášky předmětu BI52 - Diagnostika stavebních konstrukcí*. Brno, 2008.
- [36] CIKRLE, Petr. *Přednášky předmětu CI53 - Stavební průzkumy pro rekonstrukce staveb (KON)*. Brno, 2015.
- [37] *Průzkum zámčku v Loučce u Valašského Meziříčí se zaměstnanci ÚSZK FAST VUT Brno*. [2015-06-04]
- [38] CIKRLE, Petr. *Osobní konzultace, náměty a připomínky ke zpracování diplomové práce*.
- [39] CIKRLE, Petr. *Fotoarchiv*.